This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

1-5
2 l, 203 p.

ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunzehnter Jahrgang:

1901.

Mit 1 Tafel und Abbildungen im Text.

NEW YORK PUBLIC LIBRARY

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1901.

A.T.
VA

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Inhalts-Verzeichniß.

	Seite
Bekanntmachungen . . . . . 217.	303
Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1900	140
Dauerversuche mit nahtlosen Stahlflaschen zur Aufbewahrung von Kohlensäure. Vom Direktor, Geh. Reg.-Rath Professor A. Martens	217
Löthversuche mit der sog. Gußeisen-Löth-Pasta „Ferrofix". Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff	86
Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Verfahren zur Prüfung von Holz. Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff	270
Pariser Gips. Reisebericht, erstattet von M. Gary, Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung .	1
Die Prüfung von Traß. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	8
Prüfung und Eigenschaften von Baukörpern aus Kork. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	45
Prüfung von Drainröhren. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	120
Anfertigung von Beton-Probekörpern auf dem Bauplatze. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	124
Die Vorschläge für die Prüfung natürlicher und künstlicher Bausteine in Frankreich. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	127
Vorträge, gehalten in der III. Wanderversammlung des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zu Budapest 1901 vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary:	
I. Der gegenwärtige Stand der Cementprüfung in Deutschland	189
II. Versuche mit dem Sandstrahl-Gebläse	211
III. Zerreißapparat für Mörtelproben	214
Wasserzeichenpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	90
Schulhefte. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	107
Hart-Post. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	117
Bericht über die beim Arbeiten mit drei Schopperschen Falzern gesammelten Erfahrungen. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	161
Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	260
Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg:	
Festes Packpapier	106
Behördenlieferungen	216
Chlor- und säurefrei	297
Garnprüfungen	299
Papiere mit ungenügender Dehnung	300

Seite

Japanpapier 301
Wasserzeichenpapiere, die im Widerstand gegen Zerknittern nicht genügten 302
Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern 303
Qualitativer Nachweis von Mineralöl in Harzöl. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 39
Gemischte Glyceride in natürlichen Fetten. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und Dr. M. Stange 110
Die Natur der festen Säuren des Olivenöls. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 115
Druckfestigkeit von Beton. Vom ständigen Mitarbeiter H. Burchartz 33
Versuche mit Bausteinen und Mörtelstoffen für den geplanten Bau des Stauweihers im Schmalwassergrund bei Gotha. Vom ständigen Mitarbeiter H. Burchartz 59
Beschreibung eines neuen Schopperschen Festigkeitsprüfers für Woll-, Baumwollhaare, Faserbündel u. s. w. Vom ständigen Mitarbeiter G. Dalén 183
Abscheidung von Cholesterin und Phytosterin aus Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl. Vom Assistenten Dr. J. Marcusson 259

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIX. Jahrgang. 1901. Erstes Heft.

1. Pariser Gips.

Reisebericht, erstattet von M. Gary, Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Das in und um Paris von der Natur am reichhaltigsten dargebotene Baumaterial ist der kohlensaure und der schwefelsaure Kalk.

Auf kohlensaurem Kalk ist der größte Theil der Stadt Paris errichtet. Die einstmals unterirdisch betriebenen Kalksteinbrüche bilden heute noch meilenweite Gänge, die in einigen Stadtbezirken in zwei Stockwerken untereinander liegen, und durch welche die Fundamente der Wohnhäuser herabgesenkt werden müssen. Auf diesen Kalklagern baut sich insbesondere in den Bezirken Montmartre, Belleville und Chagronne im Nordosten von Paris der schwefelsaure Kalk in mächtigen Lagen auf. In diesen Stadtvierteln wurde er früher gewonnen, und insbesondere war der Montmartre durch zahlreiche Gipsbrüche angeschnitten, die mit der wachsenden Bebauung und der Ausdehnung des äußeren Stadtringes verlassen werden mußten. Heute erhebt sich über den ehemaligen Gipsbrüchen auf dem Montmartre die Kirche Sacré Coeur, deren Krypta zum Theil in den Gipsfelsen hineingearbeitet ist. Den gegenwärtig noch ungeheuren Bedarf der Stadt Paris an Baugips bestreiten vorwiegend die Departements de la Seine, Seine et Oise und Seine et Marne, aus denen auch eine beträchtliche Ausfuhr von Gips erfolgen soll, die durch Wasserfracht begünstigt wird. Nach den mir von der Generalinspektion der Steinbrüche in Paris bereitwilligst ertheilten Auskünften und eigener Beobachtung sind es von Paris aus östlich, also Seine-aufwärts, namentlich die Orte Montreuil sur Bois, Romainville, Noisy, Rosny, Fontenay, Neuilly, Le Raincy, Montfermal, Livry, Meaux u. a., welche eine bedeutende Gipsausbeute liefern; westlich von Paris sind neben anderen hauptsächlich Argenteuil, Colombes, Meulan, Mantes u. a. als Bezugsquellen für Gips zu nennen. Die meisten dieser Orte liegen am rechten Seineufer.

Typisch für das gesammte Gipsvorkommen im Pariser Becken und seine Ausbeute sollen die Fundorte an der oberen Seine sein. Dort wurde der Gips zuerst im Stollenbau gewonnen; Reste dieser alten Abbauten sind noch vorhanden. Der bergmännische Betrieb war ein sehr einfacher. Der sehr tragfähige gleichmäßige Gipsfelsen bedurfte nur geringer Zimmerung und ließ Stollen bis zu 10 m Höhe und 6 m Breite zu.

Fig. 1 zeigt einen Stolleneingang in Romainville, der gegenwärtig zur Gipsförderung aus der tiefer gelegenen Bruchsohle mit Hilfe eines Göpelwerks und Kübelaufzuges benutzt wird. Der Kübel wird in die davor geschobenen Feldbahnwagen entleert, die mit Pferden zur

Fabrik gerollt werden. Mit dem größer werdenden Bedarf und der fortſchreitenden Konkurrenz hat man den Stollenbetrieb aufgegeben und iſt zum Tagebau übergegangen, der um ſo einträglicher iſt, als ein großer Theil des den Gipsfelſen überlagernden Geſteins abbauwürdig und techniſch wohl verwerthbar iſt.

In dem ſehr ausgedehnten Bruche des Herrn Morel in Montreuil (Carrière Lépine) (vergl. die Lichtbilder Taf. I, Fig. 5—8) wird der alte, nahe der Bruchſohle 500 m tief in den Berg getriebene Stollen, aus dem früher der Gipsſtein gefördert wurde, gegenwärtig mit Abraum ausgefüllt, während der Gips im Tagebau gewonnen wird. Der Gipsſtein bildet die untere Terraſſe a von 11 m Höhe; darüber ſtehen 4 m eines grünlich gelben Geſteins, von dem eine Schicht b von etwa 60 cm Mächtigkeit zum Brennen von Kalk bezw. „Cement" benutzt wird, das andere iſt Abraum; darüber liegen graue Schichten eines thonhaltigen Kalkſteins c, aus denen natürlicher Cement gebrannt werden ſoll (wahrſcheinlich in Miſchung mit b), und die zum Theil noch unterirdiſch durch Stollenbau gewonnen werden (Fig. 8); dazwiſchen liegen noch grüne und gelbe Schichten ſandigen Ziegelthons d, der, mit Sand und Kohlenſtaub gemiſcht, zu poröſen Mauerſteinen verarbeitet wird. Außerdem findet ſich noch in abbauwürdigen Schichten ein gelbgrauer Fayencethon. Ich habe Proben dieſer Materialien mitgebracht und von dem Aſſiſtenten Herrn Dr. Schwarz, analyſiren laſſen. Die Ergebniſſe dieſer Analyſen enthält die Tabelle Seite 3. Die in Klammern geſetzten Ziffern bedeuten kohlenſauren Kalk ($CaCO_3$) und ſchwefelſauren Kalk ($CaSO_4$). Aus den Analyſen geht hervor, daß der Gipsfels von Montreuil faſt reiner ſchwefelſaurer Kalk iſt, während der von Romainville geringe Mengen von kohlenſaurem Kalk enthält, doch bei Weitem nicht ſo viel (10%!), wie verlautete. Es iſt alſo ſicher nicht richtig, daß die beſonders guten Eigenſchaften des Pariſer Gipſes ſeinem Gehalt an kohlenſaurem Kalk zuzuſchreiben ſind.

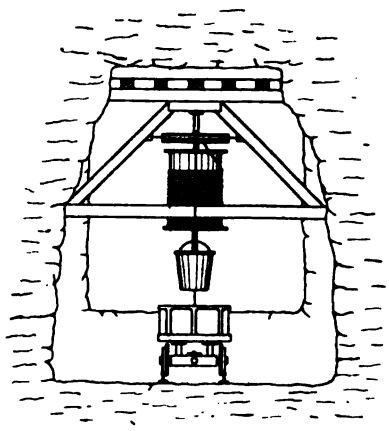


Fig. 1.

Die Analyſen der Thon- und Kalkgeſteine beweiſen deren Verwerthbarkeit.

Eine noch reichere Ausbeute an nutzbaren Steinen als der Morelſche Bruch liefert der Bruch des Herrn Gauvin in Romainville. In dieſem Bruche liegen die Schichten von oben nach unten wie folgt übereinander: 2 m Abraum, von dem ein Theil Kalkſtein iſt und zu Bauzwecken benutzt wird, 7 m roth brennender Lehm für Ziegelfabrikation, 2 m Mergel für Fabrikation von Kalk und natürlichem Cement, 5 m ſandiger Lehm, der techniſch nicht verwerthbar iſt, 14 m ſehr gleichmäßiger, feſter Gipsſtein, 2 m Abraum, 3 m Kalkſtein und unter der Sohle dieſer Schicht, durch Brunnenbau gewonnen, noch 3 m Kalkſtein. Die Schichtungen ſind derartig günſtig, daß ſich das Grubenwaſſer in der Erde verliert und nicht gepumpt zu werden braucht. Die Fördervorrichtungen ſind ſo einfach als möglich, Feldbahn mit Pferdebetrieb und für die Aufzüge ſchiefe Ebenen oder Fahrſchächte mit Haſpeln. Leider habe ich von dieſen Brüchen des ſchlechten Wetters wegen keine photographiſchen Aufnahmen machen können.

Da die Fabriken in unmittelbarer Nähe der geſchilderten Brüche gelegen ſind, verringern ſich die Transportkoſten der Steine auf ein Mindeſtmaß.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Materialproben aus den Brüchen von Montreuil und Romainville.

Eigenſchaften	Gipsſtein von Montreuil a	Gipsſtein von Romainville	Kalkſtein b	Cementſtein c	Ziegelthon grün d	Ziegelthon gelb d
Gefüge	Kryſtalliniſch-feinkörnig	Kryſtalliniſch-feinkörnig	Pelitiſch; porös, kreideartig, waſſer-aufſaugend	Pelitiſch; etwas ſchiefrig, porös, waſſer-aufſaugend	Pelitiſch; löcher. porös u. riſſig; waſſer-aufſaugend	Pelitiſch; ſchiefrig, porös, waſſer-aufſaugend
Bruch	Uneben, etwas bröcklig	Uneben, etwas bröcklig	Uneben, bröcklig	Muſchlig, bröcklig	Uneben, erdig	Flachmuſchlig bis blättrig
Farbe	Gelblich hellgrau	Gelblich hellgrau	Weißgrau mit gelben Flecken	Grau	Blaßgrün mit gelben und weißen Flecken	Grünlich- bis bräunlich-grau mit roſtfarbigen Streifen
Chemiſche Zuſammenſetzung.						
In Salzſäure Unlösliches	0,77	0,81	6,50	26,55	Mit Soda aufgeſchloſſen	
Kieſelſäure	—	—	11,23	21,98	53,10	42,74
Eiſenoxyd	—	—	2,94	6,29	6,59	18,22
Thonerde	—	—			11,21	
Kalk	32,55	33,57 (4,5)[1]	40,95 (etwa 70)[1]	12,74	5,83	14,36 (25,6)[1]
Magneſia	—	—	1,57	8,74	3,94	Spuren
Schwefelſäure-anhydrid	45,82 (77,9)[2]	44,29 (75,3)[2]	0,42 (0,7)[2]	Spuren	Spuren	Spuren
Glühverluſt	21,32	21,97	35,67	23,47	13,32	19,46
Nicht beſtimmter Reſt	—	—	—	—	6,00	5,00

Das Brennverfahren für den in größten Mengen hergeſtellten Eſtrich- oder Bangips iſt verblüffend einfach.

Fig. 2 ſtellt den Querſchnitt, Fig. 3 den Längenſchnitt durch einen der gebräuchlichen Oefen dar. Die Einrichtungen verdienen kaum den Namen Ofen, es ſind vielmehr eine Reihe nebeneinander liegender (bei Morel in Montreuil 9 Stück), durch einfache Ziegelmauern von einander getrennte, auf einer Seite offene Kammern, die auch oben offen und durch ein gemeinſames flaches Dach ſchuppenartig überdeckt ſind. Eine Rampe mit Schmalſpurgleis führt oben zwiſchen die Kammern und ermöglicht das Auffüllen der kleineren Steine (vergl. das Lichtbild Taf. I, Fig. 11).

Die Kammern ſind 3—7 m breit, 7 m tief und 3 m hoch. Auf der glatten Kammerſohle werden in Abſtänden von 75—90 cm von Mitte zu Mitte aus den größten Gipsſteinen

[1] Kohlenſaurer Kalk ($CaCO_3$).
[2] Schwefelſaurer Kalk ($CaSO_4$).

Feuergänge geſetzt, wie aus Fig. 2 und den Lichtbildern Fig. 9 und 10 auf Taf. I erſichtlich iſt. Durch Ueberkragen der Steine werden die Feuergänge oben zugewölbt und darauf nach oben hin immer kleinere Steine erſt regelmäßig aufgepackt und dann aufgefüllt. In jeden Feuergang wird ein Reiſigbündel geſchoben und darauf Koks geſchüttet, oder auch ein loſes Mauerwerk von Steinkohlenbriketts errichtet, ſodaß die Feuergänge vollſtändig gefüllt ſind.

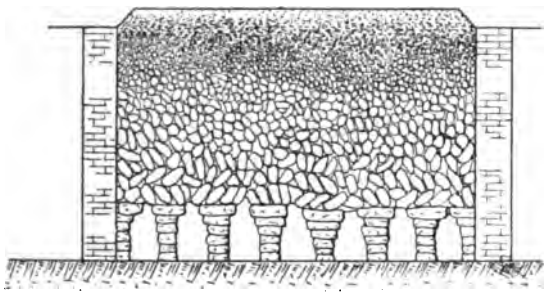


Fig. 2.

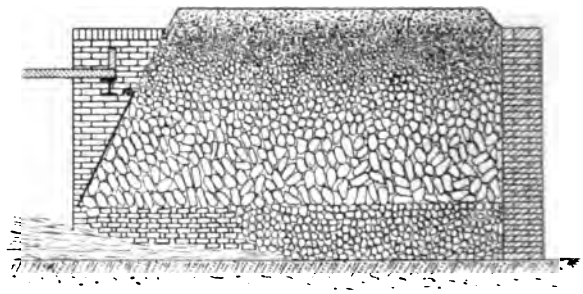


Fig. 3.

Die offene Seite der Kammern über den Feuergängen wird mit Eiſenplatten zugedeckt (vergl. das Lichtbild Fig. 9, welches eine bereits abgebrannte Kammer, und das Lichtbild Fig. 10, welches die Kammer nach Wegnahme der Eiſenplatten und Entfernung der oberen kleineren Gipsſtücke zeigt). Eine ſolche Kammer brennt je nach Größe 3—4 Tage. Ueber den Brennmaterialverbrauch enthalte ich mich der Angaben, da die mir nach dieſer Richtung hin gewordenen Mittheilungen offenbar unzuverläſſig ſind.

Die Zerkleinerung des gebrannten Gipſes erfolgt auf einfachen Kollergängen mit einem Läufer, der auf ſeiner Achſe an der anderen Seite der Königswelle ein Schöpfwerk trägt, welches das Material von der feſtſtehenden Grundplatte aufnimmt und durch einen mittleren Auslauf auf ein kegelförmiges Sieb fallen läßt. Dieſes Sieb läßt die feinen Theile durch, während die groben in die Bahn des Läuferſteines zurückrollen. Das Schöpfwerk iſt an einigen Stellen ſo, wie Fig. 4 und Fig. 12 zeigen, konſtruirt, an anderen Stellen iſt das Schöpfrad durch ein Becherwerk erſetzt (vergl. Fig. 13 und 14, welche zwei Maſchinentypen der Firma Jannot in Triel, Seine et Oiſe, darſtellen). Fig. 13 wird in zwei Größen gefertigt. Nr. 1 von 2 m Durchmeſſer und 0,80 m Läuferdurchmeſſer wiegt 2100 kg, braucht 2—3 Pferdekräfte und koſtet 1650 Fr. Nr. 2 von 2,55 m Durchmeſſer und 1,0 m Läuferdurchmeſſer wiegt 3400 kg, braucht 3 bis 4 Pferdekräfte und koſtet 2400 Fr.

Fig. 14 iſt eine kleinere Maſchine von 1,6 m Durchmeſſer, die nur 1950 kg wiegt und 1400 Fr. koſtet.

Der Apparat Nr. 2 (Fig. 13) liefert nach Angabe des Fabrikanten ſtündlich ungefähr 3000 kg Gips durch das Sieb Nr. 20 (64 Maſchenſieb).

Der durch das kegelförmige Sieb Nr. 20 fallende Gips, der alſo noch ziemlich grob iſt, fällt in einen Trichter und breitet ſich unter dieſem kegelförmig aus, wobei die Verſtaubung durch einen kegelförmig zuſammen genähten Mantel aus Sacktuch verhindert wird. Der fertige Gips wird ſogleich in eigenthümlich ſchmale und lange Säcke von je 25 kg Gewicht geſackt und in die in Paris üblichen, zweirädrigen ſchweren Karren verladen, die das Material zum Bauplatz bringen, und die häufig in ſteilen Straßen mit 4—6 Pferden voreinander beſpannt werden. Die Verladehalle iſt nach dem Hofe zu ſchuppenartig offen (vergl. Fig. 4).

Eine Ofenkammer faßt in der Fabrik von Morel etwa 100 cbm fertigen Gips. Im Jahre werden in dieſer Fabrik etwa 220 Kammern = 22000 cbm Baugips gebrannt. Die drei Fabriken in Montreuil zuſammen erzeugen täglich etwa 250—300 cbm Gips, davon ſind etwa $^2/_3$ Baugips und $^1/_3$ Stuck- und Modellgips.

Die Fabrikation des letzteren wird geheim gehalten, indeſſen verlautet, daß das Brennen in Backöfen, ähnlich den auch bei uns bekannten, erfolgt. Die Oefen für den Modellgips werden mit kleingeſchlagenen, beſten Steinen beſchickt, nachdem ſie vorher mit Holz angewärmt ſind. Das Verfahren ſcheint demnach dem in Sperenberg üblichen zu gleichen.

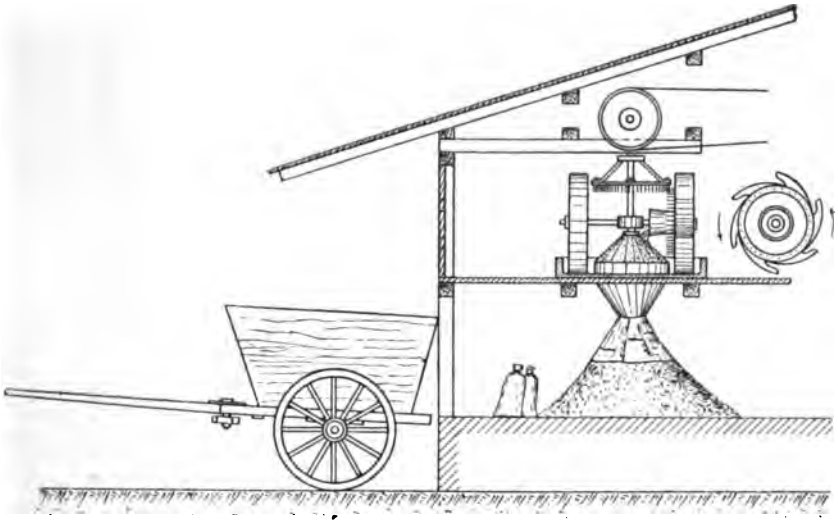


Fig. 4.

Die Fabrik von Callet jr. in Montreuil verwendet auch Flaſchenöfen zur Stuckgips-Fabrikation, in denen die beſten, ausgeſuchten Gipsſteine gebrannt werden. Es ſind kleine Schachtöfen von etwa 2 m Durchmeſſer, bienenkorbartig gewölbt, haben eine Roſtfeuerung, die mit Koks bedient wird, und ſieben Abziehöffnungen. Wahrſcheinlich iſt dieſer Ofen das Urbild des „Pariſer Ofen“ genannten Eſtrichbrennofens von Du Pasquier (vergl. Fig. 15). Der Ofen beſitzt Roſtfeuerung und einen cylindriſchen Einbau mit ringförmig angeordneten Oeffnungen zur gleichmäßigen Vertheilung der Wärme. Der aufgeſetzte ſchmale Schacht dient als Vorwärmer. Ein Ofen, wie ihn die Zeichnung darſtellt, wird etwa mit 500 kg Kohlen auf 500 Ctr. Gipsſteine gefeuert und liefert etwa 200 Ctr. fertig gebrannten Eſtrichgips.

1 cbm Baugips = 40 Sack = 1000 kg koſtet in der Nähe von Paris ab Fabrik 11—13 Fr., Stuckgips 15 Fr. und Modellgips 50 Fr. Die Akkordarbeiter in den Brüchen und in der Fabrik verdienen 45—50 Fr. und Tagelöhner 30—35 Fr. in der Woche.

Die Verwendung des Gipſes in Paris iſt eine ungeheuer vielſeitige. Seit alten Zeiten wird er zum Mauern vom zweiten Stockwerk an aufwärts, ſowie zu Zwiſchenwänden, Decken und Fußböden und zum Putz der Faſſaden mit allen Gliederungen, Säulen, Geſimſen u. ſ. w. benutzt. Der Unterſchied in dem Material für die verſchiedenen Verwendungszwecke liegt in der Auswahl der rohen Steine und in der Feinheit der Mahlung. Der fein gemahlene oder geſiebte Gips braucht beim Anmachen faſt die doppelte Menge Waſſer wie der grobe Mauergips. Der Gips wird übrigens bald ſteifer, bald flüſſiger angemacht, je nachdem es die

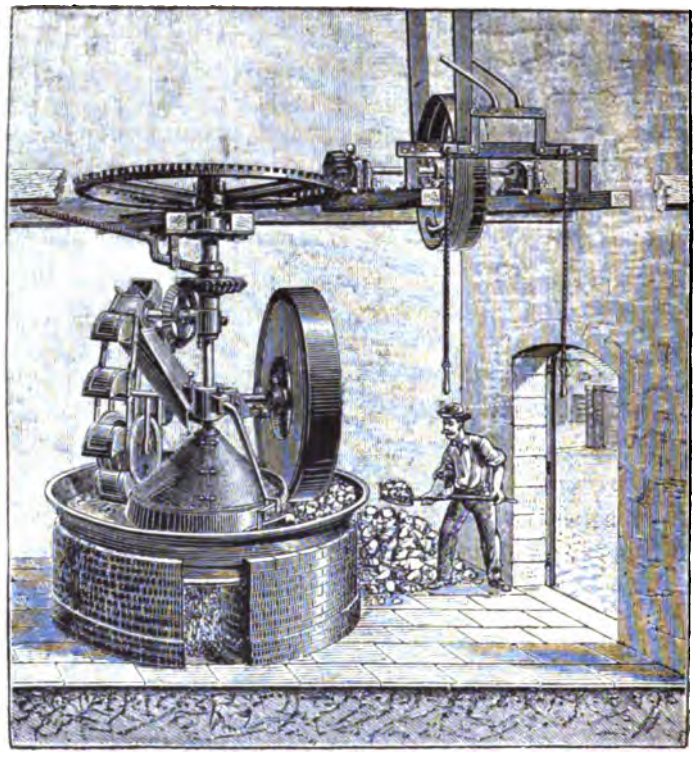


Fig. 13.

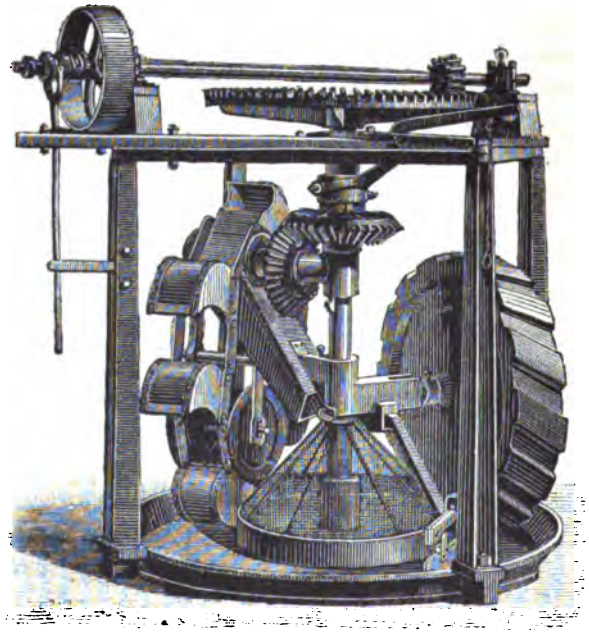


Fig. 14.

Arbeit erfordert, aber er wird nie mit Sand, Kalk oder anderen Mörtelſtoffen gemiſcht. Stuckgipsornamente, die nachträglich an den Faſſaden angebracht und nicht gleich beim Putz fertig modellirt werden, bemerkt man an den Pariſer Häuſern in weit geringerer Reichhaltigkeit als bei uns. Die nicht für die Dauer geſchaffenen Gebäude der Weltausſtellung machen hiervon eine Ausnahme. Dagegen werden vielfach Grabmonumente aus Gips gefertigt, und ſogar die auf den Pariſer Kirchhöfen üblichen Immortellenkränze aus Gips, der mit gelber Oelfarbe beſtrichen wird, nachgeahmt. An dieſen Erinnerungszeichen kann man beobachten, daß auch der Pariſer Gips unter dem Einfluß der Witterung gelegentlich treibt, beträchtliche Riſſe erhält und aufblättert. Indeſſen ſind das Ausnahmen. Im Großen und Ganzen halten ſich die aus Eſtrich- oder Mauergips hergeſtellten und ſorgfältig geglätteten Flächen, auch wenn ſie der Witterung ausgeſetzt ſind, vorzüglich.

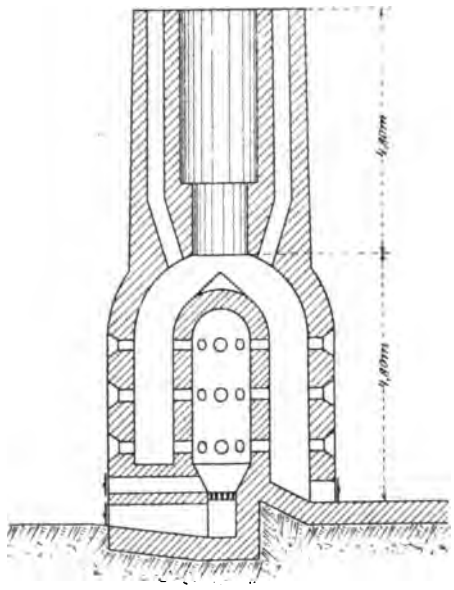


Fig. 15.

Auffallenderweiſe ſind auf der Weltausſtellung zu Paris neben den Faſſaden der Hauptgebäude und ihrem bildneriſchen Schmuck Gipsarbeiten nur in ſehr geringem Umfange vertreten geweſen. Die bei uns ſehr verbreiteten und für beſtimmte Zwecke des Innenbaues durchaus praktiſchen Gipsdielen fehlten ganz. Gipsſteine, hohl und voll, in Form von Platten oder Blöcken oder in anderen Formen hatten neben anderen die Compagnie générale des Matériaux de Conſtruction, die Union des Entrepreneurs à Paris ſowie die Firmen Jaques Leclaire in Montreuil und Paupy Frères in Paris ausgeſtellt. Die Uſine des Vallières in Thorigny (Seine et Marne) hatte Kunſtmarmor aus Gips und die Société des Platrières, die vereinigten Gipsgießer des Pariſer Beckens, hatten Kapitäle und ornamentalen Schmuck aus Stuckgips zur Ausſtellung gebracht. Einige dieſer Firmen zeigten neben den fertigen Fabrikaten auch Proben von Rohgips und Gipsmehl.

Zweifellos verdient in Paris die Verwendung des Mauergipſes gegenüber dem höchſt mangelhaft dargeſtellten Kalk und natürlichen Cement den Vorzug. Dieſe Bauſtoffe werden z. B. in Romainville als Nebenprodukte gewonnen.

Der Brennraum des Kalkofens dort hat im Längsſchnitt etwa eiförmiges Profil und 2,5 m größten Durchmeſſer bei 5 m Höhe. Die Kalkſtücke werden mit Kohle gemiſcht eingebracht. Das auf der ſchrägen Ofenſohle abgezogene Material wird mit Waſſer begoſſen und auf dieſe Weiſe gelöſcht. Die nicht abgelöſchten, härter gebrannten Stücke werden auf einem Roſt ausſortirt und geben, mit der Schlacke zuſammen gemahlen, ſogenannten Cement. Das Gelöſchte wird in gleicher Weiſe auf einem Kollergang gemahlen und in Pulverform als Kalk in den Handel gebracht.

2. Die Prüfung von Traß.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Der Mangel einheitlicher Prüfungsvorschriften für die Abnahme von Traß und das Fehlen zweckmäßiger Prüfungsverfahren für Puzzolane anderer Art ist seit langem sowohl von den Produzenten dieser Stoffe als auch von Abnehmern und Baubehörden störend empfunden worden. Wohl haben die Konferenzen für die Vereinheitlichung der Materialprüfungsverfahren in München, Dresden, Berlin, Wien und Zürich versucht, dem Mangel abzuhelfen und haben einige Verfahren zur Prüfung der Puzzolane empfohlen, die Vorschläge waren aber einerseits zu allgemein gehalten, als daß es möglich gewesen wäre, nach ihnen einheitlich zu arbeiten und fanden andererseits sachlich begründeten Widerspruch. Da nahm der im Jahre 1896 gegründete deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik Veranlassung, einen besonderen Ausschuß mit der Aufgabe zu betrauen, einheitliche Verfahren für die Prüfung der Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Werth aufzusuchen. Dem Ausschuß gehörten folgende Herren an:

1. Chemiker E. Cramer, Berlin NW., Kruppstr. 6.
2. Fabrikdirektor Eskuchen, Georgsmarienhütte bei Osnabrück.
3. Traßgrubenbesitzer Kommerzienrath G. Herfeldt, Andernach a. Rhein.
4. Fabrikbesitzer Dr. Leube, Ulm.
5. Fabrikdirektor F. M. Meyer, Malstatt-Saarbrücken.
6. Cementtechniker Dr. W. Michaelis, Berlin.
7. Fabrikdirektor Fr. Schiffner, Oberkassel bei Bonn.
8. Baurath Thiele, Ronsdorf.
9. Fabrikbesitzer A. Ten Hompel, Recklinghausen i. W.
   An Stelle des ausscheidenden Herrn Ten Hompel trat später
10. Grubenbesitzer Paul Wagner, i. Fa. D. Zervas Söhne, Köln a. Rhein.

Die Obmannschaft wurde mir übertragen. Ich habe zunächst versucht, alles zu sammeln, was bisher über die Prüfung und die Verarbeitung von Puzzolanen aller Art bekannt geworden ist und habe dabei lebhafte Unterstützung namentlich von den Herren Cramer, Herfeldt, Wagner, Michaelis, Schiffner und Thiele gefunden. Das gesammelte Material ist den einzelnen Mitgliedern des Ausschusses zur Verfügung gestellt worden. Bleibenden Werth an sich hat insbesondere ein von Herrn Cramer begonnenes und von mir vervollständigtes Literaturverzeichniß, welches dieser Arbeit als Anhang beigefügt ist. Die anderen werthvollen Mittheilungen habe ich zum Theil in nachstehenden Zeilen verwendet.

Aus den Literaturquellen und sonstigen Aeußerungen war zu entnehmen, daß die Verfahren zur Prüfung der Puzzolane bisher nichts weniger als einheitlich gehandhabt wurden, und daß deshalb der Ausschuß eine ganze Reihe grundlegender Arbeiten hätte ausführen müssen, um die vorgeschlagenen Verfahren durchzuprüfen und das Gute vom Unbrauchbaren zu sondern. Es war deshalb nothwendig, das Arbeitsgebiet zu beschränken, und der Ausschuß einigte sich nach längeren Vorverhandlungen dahin, an erster Stelle die Vereinheitlichung der Prüfung des Trasses ins Auge zu fassen.

Dabei war die Erwägung maßgebend, daß in Deutschland von den bekannten Puzzolanen neben dem Traß eigentlich nur Hochofenschlacke in nennenswerthen Mengen für Mörtelzwecke Verwendung findet, und daß die in anderen Ländern gebräuchlichen Puzzolane (z. B. römische Puzzolane und Santorinerde in Italien, Gaize in Frankreich) hier viel zu wenig bekannt sind, um mit in den Kreis der Betrachtung gezogen zu werden. Von der gleichzeitigen Berücksichtigung der Hochofenschlacke wurde abgesehen, weil man „Hochofenschlacke" ganz allgemein nicht als einheitliches Material auffassen kann. Die sehr stark wechselnde chemische Zusammensetzung dieses Materials erfordert besondere Vorsicht bei seiner Anwendung als Mörtelzuschlag, wie auch Feret in seinen jüngsten Mittheilungen auf Grund eingehender Untersuchungen ausgesprochen hat, und es erschien daher nicht thunlich, die Prüfung eines Stoffes mit derartig wechselnden Eigenschaften mit der eines im Wesentlichen gleiche Zusammensetzung bewahrenden Naturproduktes, wie der Traß ist, nach demselben Verfahren zu befürworten. Der Ausschuß war deshalb dahin einig, zunächst nur die Prüfungsverfahren für Traß zu behandeln, und daher wurde durch wiederholte Umfragen ermittelt, welche Prüfungsverfahren hierfür hauptsächlich in Betracht kommen.

Diejenigen Verfahren, die noch nicht genügend sicher erschienen, sind in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt nachgeprüft worden. Wiederholter schriftlicher und mündlicher Meinungsaustausch zwischen den Mitgliedern des Ausschusses haben dann endlich zur Zusammenstellung der nachstehend verzeichneten Vorschläge geführt, welche der vierten Hauptversammlung des Verbandes am 29. September 1900 vorgelegt und von ihr mit geringen Aenderungen angenommen wurden. Da beabsichtigt wird, diese Vorschläge zukünftig als Richtschnur für die in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt auszuführenden Versuche mit Traß zu benutzen, werden sie an dieser Stelle abgedruckt.

Selbstverständlich können die vorgeschlagenen Verfahren nur den Grundstock für die zukünftigen Traßuntersuchungen bilden, eingehendere Forschungen und namentlich Erweiterungen hinsichtlich der Prüfung von Baumörteln aus Kalk und Traß müssen stets vorbehalten bleiben. Nach dieser Richtung hin wird in Zukunft, wie bisher, allen berechtigten Wünschen der Auftraggeber über Mischungsverhältniß, Erhärtungsart, Alter der Probekörper, und bezüglich der festzustellenden Eigenschaften Rechnung getragen werden, insbesondere wird auch die Anstellung von Wasserdurchlässigkeitsversuchen in vielen Fällen nicht entbehrt werden können, da diese Versuche sich bisher bei der Auswahl von Kalk-Traß-Mörteln, von denen besondere Wasserdichtigkeit verlangt wird, als werthvoll erwiesen haben. Für den Bau von Staumauern und dergl. sind derartige Versuche bereits vielfach ausgeführt worden[1]).

Dem folgenden Abdruck der vom deutschen Verbande für die Materialprüfungen der Technik angenommenen Beschlüsse füge ich zu ihrer Begründung diejenigen Erwägungen an, welche den Ausschuß bei Aufstellung der Beschlüsse geleitet und ihn veranlaßt haben, von anderer Seite für wünschenswerth erklärte Versuche mit Trassen auszuschließen.

Prüfung von Traß auf seinen mörteltechnischen Werth.

I. Bestimmung des hygroskopischen Wassers und des Hydratwassers (Glühverlust).

Vorbemerkung.

Guter Traß wird aus hydraulischen Tuffsteinen gemahlen. Die Untersuchung auf Glühverlust giebt in den meisten Fällen Anhalt dafür, ob der Traß aus guten hydraulischen Tuffsteinen hergestellt ist.

[1]) Vergl. „Mittheilungen" 1900, S. 203 u. f.

Guter Traß soll mindestens 7 % Glühverlust (Hydratwasser, chemisch gebundenes Wasser) ergeben; doch soll diese Prüfung nicht allein als entscheidend für den Werth des Trasses angesehen werden.

Trasse von $5^1/_2$ bis $7^1/_2$ % Glühverlust sind zum Gebrauch zuzulassen, wenn die für die Festigkeit gestellten Bedingungen erfüllt werden.

a) Vorbereitung der Proben.

Von dem zu untersuchenden Traß wird eine Durchschnittsprobe von etwa 20 g entnommen und in einer Reibschale so weit zerkleinert, daß alles durch ein Sieb von 5000 Maschen auf 1 qcm geht.

Wird der zu untersuchende Traß aus angelieferten ungemahlenen Tuffsteinen hergestellt, so ist darauf zu achten, daß die aus den letzteren entnommene Probe eine möglichst richtige Durchschnittsprobe von etwa 10 kg aus der Lieferung darstellt, und daß die entnommenen Steine genügend durcheinander gemischt werden.

Die 10 kg faustgroßen Stücke sind im Mörser zu zerstoßen, bis auf dem 1 Maschen-Sieb kein Rückstand verbleibt. Von dem Siebgut ist nach gründlichem Durchmischen 1 kg zu entnehmen, welches so weit zerkleinert wird, daß auf dem 60 Maschen-Sieb kein Rückstand verbleibt. Von diesem Siebgut sind 100 g fein zu reiben, bis auf dem 900 Maschen-Sieb kein Rückstand verbleibt.

b) Ermittelung des Trockenverlustes.

Um die Menge des hygroskopischen (mechanisch festgehaltenen) Wassers zu bestimmen, werden von der nach der Vorschrift unter a) vorbereiteten Traßmenge 10 g in ein Wiegegläschen mit eingeschliffenem Stopfen und einer Bodenfläche von mindestens 4 cm Durchmesser gefüllt. Das Gläschen wird offen mit geneigt auf die Oeffnung gelegtem Stopfen in einen Trockenschrank[1]) mit Wasserumspülung und Lufterneuerung gebracht und während drei Stunden gleichmäßig auf annähernd 98 C° erhitzt.

Alsdann wird das Gefäß mit dem warmen Stopfen verschlossen, herausgenommen und zum Abkühlen in einen Exsikkator gebracht. Die dann festgestellte Gewichtsabnahme wird als der Gehalt des Trasses an hygroskopischem Wasser angesehen[2]).

c) Ermittelung des Glühverlustes.

Um den Glühverlust zu bestimmen, werden von der nach der Vorschrift unter a) vorbereiteten Traßprobe 10 g (die zweite Hälfte der vorbereiteten Menge) in einem Platin- oder Porzellantiegel entweder 30 Minuten über dem Gasgebläse oder im Hempel'schen Glühofen mindestens 40 Minuten bis zur Rothgluth erhitzt. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Anfangserwärmung des Trasses, der außer Wasser auch Luft enthält, nur langsam gesteigert wird, so daß erst in 5—10 Minuten Rothgluth eintritt; bei zu schneller Erhitzung reißen das heftig austretende Wasser sowie die eingeschlossene Luft feine Theile des Trasses mit sich, wodurch Stoffverlust entsteht, der sich fälschlich als Glühverlust geltend machen würde.

Nach Ablauf der Glühzeit ist der Tiegel mit einer angewärmten Zange sofort zum Erkalten in einen Exsikkator zu bringen.

Nach dem Erkalten wird die Gewichtsabnahme festgestellt.

Bei Berechnung des Glühverlustes (Hydratwassers) muß von dem Gewichtsverlust des geglühten Trasses der Gewichtsverlust des gleichzeitig getrockneten Trasses (das hygroskopische

---

[1]) Es ist darauf zu achten, daß die Flamme nicht unter dem Boden des Schrankes hervorschlägt und die Thür erhitzt, wodurch der Trockenraum stärker erwärmt wird, als es das kochende Wasser bedingt. Es ist ferner darauf zu achten, daß sich keine Wasserdämpfe im Innern des Schrankes niederschlagen können.

[2]) Für die genaue Ermittelung des mechanisch gebundenen Wassers ist es nothwendig, die Trocknung bei ungefähr 98 C° bis zu gleichbleibendem Gewicht fortzusetzen; für die Praxis werden aber meistens drei Stunden Trockenzeit genügen, da nach dieser Zeit die Gewichtsabnahme nur noch Zehntel-Prozent zu betragen pflegt, um welche sich der Glühverlust alsdann höher stellt.

Wasser) in Abzug gebracht werden. Der dann noch verbleibende Gewichtsverlust des geglühten Trasses muß auf die Gewichtsmenge des vorgetrockneten Trasses, also Traß ohne hygroskopisches Wasser, in Prozenten berechnet werden.

II. Mahlfeinheit[1]).

Für die Prüfung auf Mahlfeinheit sollen die für die Cementprüfung üblichen Siebe von 144, 900 und 5000 Maschen auf 1 qcm benutzt werden.

Für die Siebung sind je 100 g bei 98—100 C° getrocknetes Pulver zu benutzen, und zwar soll die Siebung auf dem feinsten Gewebe beginnen. Der darauf zurückbleibende Rest soll gewogen und auf das nächstfolgende Sieb gebracht werden u. s. w.

III. Nadelprobe.

Das Traßpulver ist im Anlieferungszustande zu verwenden; doch sollen die auf dem 144 Maschen-Sieb liegen bleibenden Körner ausgeschlossen werden, da sie den Nadelversuch vereiteln können. Eine Mischung von 2 Gew.-Th. Traß, 1 Gew.-Th. Kalkhydratpulver und 0,9 bis 1 Gew.-Th. Wasser ist bei 15—18 C° anzurühren, in Hartgummidosen ohne Boden, die auf eine Glasplatte gesetzt werden, zu füllen und glatt abzustreichen. Die Dose soll sofort unter Wasser von 15—18 C° gebracht[2]) und nach 2, 3, 4 und 5 Tagen im normalen Nadelapparat derartig geprüft werden, daß festgestellt wird, mit welcher Belastung die 300 g schwere Normalnadel mit 1 qmm kreisförmigem Querschnitt den Mörtel durchdringt.

Wenn der Traßmörtel bei niederen Temperaturen verwendet wird, z. B. im Winter oder für Grundbauten, so empfiehlt es sich, eine zweite Versuchsreihe bei entsprechender Temperatur auszuführen. In jedem Falle sind die Wasser- und die Luftwärme anzugeben.

Als Kalk soll bis zur Feststellung eines Normalkalkes ein möglichst reiner Marmorkalk verwandt werden.

IV. Zug- und Druckfestigkeit.

Aus 2 Gew.-Th. Traß + 1 Gew.-Th. Kalkhydratpulver + 3 Gew.-Th. Normalsand + 0,9 bis 1 Gew.-Th. Wasser sollen Zug- oder Druckproben in der für die Cementprüfungen üblichen Form und Größe mit 150 Schlägen von Böhme's Hammer eingerammt werden. Die Zugproben sind 20 Minuten nach Herstellung, die Druckproben 24 Stunden nach Herstellung aus den Formen zu nehmen.

Alle Körper sollen 24 Stunden nach der Herstellung in einem bedeckten, mit feuchter Luft erfüllten Zinkkasten aufbewahrt werden und hiernach 6 bezw. 27 Tage unter Wasser von 15 bis 18 C° weiter erhärten. Unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wasser sind die Körper zu prüfen[3]).

Die Vorbereitung und die Verarbeitung der Mörtelstoffe soll in folgender Weise geschehen:

1. Das Traßpulver ist im Anlieferungszustande zu verwenden.
2. Der Kalk ist aus einem reinen Luft-(Fett-)Kalk[4]) zu brennen. Je 5 kg des Aetzkalkes sind auf Walnußgröße zu zerkleinern und in Drahtsieben so lange unter Wasser von 20 C° zu halten, bis keine Blasen mehr aufsteigen; dann ist der Kalk in ein hölzernes mit Zink ausgeschlagenes Gefäß zu schütten, 8 Tage lang bedeckt stehen zu lassen und auf dem 120 Maschen-Sieb abzusieben. Das Grobe ist zu verwerfen.

---

[1]) Der Traß soll so fein als möglich gemahlen werden, da die Bindefähigkeit des Stoffes mit seiner Feinheit wächst. Zur Zeit ist es gerechtfertigt zu fordern, daß auf dem Siebe von 900 Maschen auf 1 qcm höchstens 25 % und auf dem Siebe von 5000 Maschen auf 1 qcm nicht mehr als 50 % liegen bleiben.

[2]) Die Ausführung der Nadelprobe bei Luftlagerung wird empfohlen, wenn der Traßmörtel zu Luftbauten verwandt werden soll.

[3]) Zur Zeit ist es üblich, nach 28 Tagen wenigstens 12 kg/qcm Zugfestigkeit und wenigstens 60 kg/qcm Druckfestigkeit des Kalk-Traß-Mörtels zu verlangen; für die Berechnung des Mittelwerthes werden die 6 höchsten Zahlen aus je 10 erprobten Körpern benutzt.

[4]) Sobald ein Normalkalk vereinbart worden ist, soll dieser zu allen Zwecken verwendet werden.

Richtig gelöschter Kalk hat etwa 25 % Wasser. Soll der Kalk für spätere Versuche aufbewahrt werden, so ist er luftdicht abzuschließen[1]).

Als Normalsand soll der für Cementprüfungen übliche Sand von Freienwalde Verwendung finden.

Die Mischung des Mörtels soll in dem Normal-Mörtelmischer Steinbrück-Schmelzer derart vorgenommen werden, daß die in einer Schüssel trocken vorgemischten abgewogenen Mengen von Traß und Kalkpulver 20 Umgänge des Mörtelmischers erleiden, dann wieder in einer Schüssel mit dem Sande trocken vorgemischt und abermals während 20 Umdrehungen im Mischer bearbeitet werden, wobei das erforderliche Wasser während der ersten Schüsselumdrehung zugesetzt wird.

Erwägungen und Thatsachen, welche für die Aufstellung vorstehender Beschlüsse maßgebend gewesen sind.

Vorbemerkung:

Die ältesten bekannten ausführlichen Bestimmungen über die Prüfung von Traß und Tuffstein sind wohl in der 44 Artikel umfassenden

„Ordonnantie op't Stuk van de Tras en Tras-Steenen, mitsgaders voor de Keur-Meesters der Stadt Dordrecht"

vom Jahre 1696 niedergelegt.

In der Verfügung ist auf ältere, dem Wortlaut nach jetzt nicht mehr bekannte Vorschriften Bezug genommen.

Dordrecht war von Alters her der Sitz des niederländischen Traßhandels. Aus alten Akten ist bekannt, daß im 17. Jahrhundert ein Bürger aus Xanten, namens Diedrich de Beer, in Andernach eine Schiffsladung Tuffsteine kaufte, um die Steine nach Holland zu bringen. Er wurde aber auf Betreiben zweier Kölner Händler, die unbefugterweise den Verkauf als Monopol für sich in Anspruch nahmen, durch die kölnische und spanische Behörde daran gehindert und verlor sein Eigenthum.

Die „Ordonnantie" von 1696 regelte die Prüfung des ungemahlenen und gemahlenen Materials auf Qualität und Reinheit bezw. Unverfälschtheit durch vereidete Sachverständige. Sie setzt Geld- (200 Dukaten) und andere Strafen gegen die Personen fest, welche minderwerthiges bezw. verfälschtes Material in den Handel bringen, und trifft andere Bestimmungen über derartiges Material. Zuletzt wurde im Jahre 1835 in Dordrecht ein solcher Keurmeester, als vereidigter Sachverständiger für Tuffstein und Traß, angestellt.

Damals war es nur möglich, Tuffstein nach Holland einzuführen, der dort vermahlen wurde. Der Abnehmer beurtheilte durch Besichtigung des in Steinblöcken ankommenden Rohmaterials die Güte des herzustellenden Trasses. Nach Aufhebung der „eingehenden Rechte auf gemahlenen Traß" trat in den 60er Jahren die Nothwendigkeit heran, nach Merkmalen zu suchen, um den im gemahlenen Zustande eingeführten Traß beurtheilen zu können. Hierdurch kamen die „Naaldproef (Nadelprobe) und die Bezinkproef" auf. Die letztere bestand darin, daß man den Traß in ein Glas Wasser schüttete und nun nachsah, ob er schnell sank und das Wasser rasch klar wurde, wie dick die oben auflagernde feine Schicht war, und ob viele Bimssteine „Drijvende deeljes" auf dem Wasser schwammen. Solange der Traß nach jetzigen Begriffen grob gemahlen in den Handel kam, gab diese Probe einigen Anhalt, da der aus

[1]) Für Laboratorien und Versuchsanstalten empfiehlt es sich, derartig vorbereiteten Kalk in luftdicht verschlossenen Gefäßen vorräthig zu halten.

hartem Tuffstein gemahlene Traß sich schneller im Wasser klärte wie der aus weichen Gesteinsorten und der aus Asche hergestellte Traß. Mit der feineren Mahlung aber mußte dieser Unterschied immer mehr abnehmen. Die Probe ist deshalb nicht mehr zeitgemäß. Diese und andere Proben wurden in die „Algemeene Voorschriften" für die Ausführung öffentlicher Bauten in Holland aufgenommen. Diese Vorschriften sind im Laufe der letzten 40 Jahre wiederholt geändert. Sie erstrecken sich auch auf die Angabe bestimmter Mischungsverhältnisse, wobei bemerkenswerth ist, daß man im Laufe der Zeit immer mehr von denjenigen Mischungen zurückgekommen ist, welche Ueberschuß von Kalk enthalten. Die Prüfungsverfahren, welche zur Zeit gemäß „Algemeene Voorschriften von 1895" in Holland maßgebend sind, enthalten neben der Schwemmprobe (Bezinkproef) und einigen anderen Proben, welche nachher noch erwähnt werden, namentlich noch die Prüfung auf Gewicht. 1 l fest eingestampften Trasses muß mindestens 1,15 kg wiegen.

Wegen der Möglichkeit der Aenderung des Gewichts durch Zusätze hat der Ausschuß des Verbandes von der Aufnahme dieser Proben Abstand genommen. Von den sonstigen, noch vorgeschlagenen Prüfungen haben dem Ausschuß die folgenden Verfahren zur Berathung vorgelegen:

1. Raumbeständigkeit, 2. Haftfestigkeit, 3. Widerstand gegen Eintreiben eines Dornes, 4. Biegefestigkeit der Kalk-Traßmörtel, 5. Löslichkeit von Traß in Säure und Lauge.

Die Gründe, welche zur Nichtberücksichtigung dieser Vorschläge geführt haben, seien nachfolgend kurz wiedergegeben.

1. Raumbeständigkeit.

Der aus hydraulischem Tuffstein gewonnene und mit gut gelöschtem Kalk verarbeitete Traß giebt raumbeständigen Mörtel und bedarf keiner Prüfung auf Treiben. Nur für den Fall, daß der Ursprung des verwendeten Kalkes unbekannt ist oder der Verdacht der unvollkommenen Löschung des Kalkes vorliegt, empfiehlt sich die Prüfung auf Raumbeständigkeit der Mörtel, für welche die Kochprobe, die Kuchenprobe unter Wasser, das Einfüllen des Mörtels in etwa 2 cm weite Reagenzgläser, deren obere Theile nach einigen Tagen mit Wasser gefüllt gehalten werden, das Messen von 10 cm langen Stäben nach Bauschingers Verfahren und das Messen in einer Dose nach Le Chateliers Verfahren vorgeschlagen wurden. Der Ausschuß hielt diese Prüfungen für minder wichtig, insbesondere, weil sie nicht über die Eigenschaft des Trasses Aufschluß geben, sondern nur gewisse Eigenschaften des Kalk-Traßmörtels aufzudecken vermögen, hat aber in Aussicht genommen, Verfahren für die Bestimmung der Raumbeständigkeit von Kalk-Traßmörteln aufzusuchen, die bei Verwendung gewisser, unvollkommen gelöschter Kalke praktischen Nutzen bieten.

2. Haftfestigkeit.

Die Prüfung auf Haftfestigkeit ist insbesondere wegen der Schwierigkeit der Ausführung der Versuche und der Beschaffung gleichmäßigen Materials für die mit einander zu verkittenden Körper aufgegeben worden.

3. Widerstand gegen Eintreiben eines Dornes.

Nach Dr. Michaelis Vorschlägen sollten Versuche vorgenommen werden, mit deren Hülfe die von ihm so benannte „Lochungsfestigkeit" ermittelt werden sollte. Diese Versuche stellen eine Fortsetzung der Nadelprobe dar. Der Mörtel sollte in der Normalnadeldose zu

Kuchen von 8 cm Durchmesser und 4 cm Höhe verarbeitet werden, an welchen der Widerstand gegen das Eintreiben eines Stahldornes von 1 qcm Querschnitt gemessen werden sollte. Bei diesem Verfahren würde der Mörtel bis zur Zerstörung der Probekörper beansprucht. Es würde auch für Sandmörtel anwendbar sein, bei denen die Nadelprobe versagt, denn bei der Normalnadel wirkt jedes größere Sandkorn störend. Dr. Michaelis hat für derartige Versuche, die in Frankreich bereits eingeführt sein sollen, seinen Zugfestigkeitsapparat entsprechend abgeändert[1]).

Wegen der geringen Erfahrung mit diesem Versuchsverfahren, und weil die Versuche wieder einen neuen Apparat bedingen, hat sich der Ausschuß nicht entschließen können, die Versuche mit in Vorschlag zu bringen.

4. Biegefestigkeit.

Um die Herstellung getrennter Körper für Zug- und Druckversuche zu vermeiden, hat Dr. Michaelis vorgeschlagen, aus den Normalmörteln Stäbe von 30 cm Länge und 4·4 cm Querschnitt herzustellen und diese in dem von ihm für diesen Zweck gleichfalls abgeänderten Zugfestigkeitsapparat[2]) auf Biegefestigkeit bei 25,6 cm Spannweite und in der Mitte wirkenden Einzellast zu prüfen. Jeder dieser Stäbe kann dann nach erfolgtem Bruch zu 4 Druckfestigkeitsversuchen weiter verwerthet werden, indem man den Versuch zwischen zwei 4 cm breiten, quer zum Mörtelstabe gelegten Stahlplatten ausführt. Der Ausschuß trug Bedenken, dieses Verfahren zu empfehlen, weil zu befürchten steht, daß die gleichmäßige Herstellung der verhältnißmäßig langen Stäbe Schwierigkeiten begegnen wird, die zu großer Unsicherheit der Versuchsergebnisse führen könnten. Er hat indessen in Aussicht genommen, das Verfahren zu erproben.

5. Löslichkeit von Traß in Säure und Lauge.

Der Ausschuß hat die Frage ernstlich erwogen, ob es zweckmäßig sei, die Löslichkeit der Trasse in Säure und Lauge zu bestimmen, um dadurch vielleicht gewisse Unterscheidungsmerkmale für verschiedene Traßsorten zu gewinnen. Indessen kam man zu einem ablehnenden Beschluß. Die Herren Dr. Michaelis, Herfeldt und Wagner führten aus: „Da nach den bisherigen Erfahrungen die Löslichkeit in Salzsäure und Lauge keine dem praktischen Werthe des Trasses entsprechenden Ergebnisse liefert, so kann die Behandlung des Trasses mit diesen Reagentien für die Praxis jetzt nicht empfohlen werden. Dagegen ist es wünschenswerth, diese Versuche im wissenschaftlichen Interesse für alle Puzzolane fortzusetzen."

Dr. Michaelis begründete diese Stellungnahme wie folgt:

a) „Die Behandlung mit Salzsäure, z. B. 10 % Säure, ergiebt außerordentlich verschiedene Resultate, ohne daß dieselben mit der Erhärtungsenergie und -Fähigkeit in Zusammenhang ständen, und die mit Säure erschöpften Puzzolanen erhärten mit Kalk noch eben so vorzüglich; z. B. wurde feingemahlener Plaidter Traß mit einem großen Ueberschuß 10prozentiger Salzsäure 6 Stunden auf dem Wasserbade digerirt; er ließ dabei 68 % Rückstand. Dieser, bei 2 mm Sekundengeschwindigkeit eines gerade aufwärts steigenden Wasserstromes abgeschlämmt, hinterließ etwa 50 % Rückstand von der ursprünglich angewendeten Substanz und dieser Rückstand erhärtete gepulvert ebenso vorzüglich und ebenso energisch wie der Traß an sich.

[1]) Vergl. Protokolle der Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten 1898 S. 82.
[2]) Ebenda S. 79.

Drei vorzügliche Puzzolanen ergaben bei gleicher Behandlung mit 10prozentiger Salzsäure, und zwar der 33fachen Menge 6 Stunden lang 23 %, 2 % und 32 % Lösliches, und alle Rückstände erhärteten ebenso energisch und vorzüglich als die Puzzolane an sich.

b) „Die Behandlung mit Lauge ist sehr zeitraubend und die Trennung der löslichen von der freien quarzartigen bezw. noch nicht löslichen Kieselsäure gehört zu den schwierigsten, langwierigsten und unsichersten analytischen Operationen des Chemikers. Zeitdauer und Menge spielen dabei eine so große Rolle, daß es noch vieler mühsamen Versuche bedarf, um für alle Puzzolanen einen brauchbaren modus operandi aufzufinden; selbst zehnmal je 10 Stunden mit Lauge digerirter Traß giebt noch immer erhärtenden Rückstand.

Dreimal 24 Stunden mit Lauge behandelter Plaidter Traß ergab 26,746 % in Lauge gelöste SiO_2 und Al_2O_3; dagegen sechsmal 12 Stunden behandelt 44,596 % und zehnmal 10 Stunden behandelt 43,659 %.

Eine andere, ebenso vorzüglich erhärtende Puzzolane ergab bei dreimal 24 Stunden nur 16,953 % und eine dritte in derselben Zeit 41,703 % Lösliches, bei zehnmal 10 Stunden aber 72,798 % Lösliches. Die Behandlung mit Lauge ist aber in den Händen eines tüchtigen Chemikers geeignet, Aufschlüsse zu liefern. Deshalb muß die Einwirkung von Lauge auf alle Puzzolanen weiter studirt werden und wahrscheinlich in Verbindung mit der Behandlung durch Salzsäure, schon um zu ermitteln, wie viel ganz unwesentliche, den Werth der eigentlichen Puzzolansubstanz abmindernde Verunreinigungen, insbesondere Carbonate von Kalk, Magnesia und Eisenoxyd vorhanden sind."

Es muß weiteren Versuchen überlassen bleiben, festzustellen, ob nicht eine Trennung der verbindungsfähigen, die Erhärtung bedingenden Kieselsäure von der quarzartigen inerten Kieselsäure dadurch erzielt werden kann, daß man Traß mit Salzsäure auf dem Wasserbade digerirt und hierauf mit heißer Alkalilauge auszieht, wobei die verbindungsfähige Kieselsäure in Lösung geht. Nach der gegenwärtigen Ansicht über die Puzzolanmörtel-Erhärtung kann der so entstehende von verbindungsfähiger Kieselsäure befreite Traß-Rückstand nach dem Anmachen mit Kalk keine erhärtende Wirkung mehr äußern.

Zu dem von dem Ausschuß in Vorschlag gebrachten Prüfungsverfahren für Traß und Kalktraßmörtel ist ergänzend folgendes hinzuzufügen.

I. Bestimmung des hygroskopischen Wassers und des Hydratwassers (Glühverlust).

a) Vorbereitung der Proben.

Von der richtigen Vorbereitung der Proben ist das Ergebniß der Versuche insofern abhängig, als bei der Art des Trasses, der als steiniges Naturprodukt von verschiedener Färbung und, wenn auch nur in gewissen Grenzen, schwankender chemischen Zusammensetzung vorkommt, die Gewinnung von einander abweichender Ergebnisse leicht möglich ist, je nachdem man die Probe von dem einen oder anderen Steine nimmt, oder je nachdem man das Grobe oder das Feine für sich prüft. Ueber den Vortheil des Pulverns und die damit verbundene innige Vermischung hat Feret eingehende Versuche angestellt[1]).

---

[1]) Soll man Puzzollane pulverisiren? Baumaterialienkunde 1900 S. 225—231 und 299—324.

Man kann darüber in Zweifel sein, ob man das Material vor der Untersuchung auf einen gleichmäßigen Feinheitsgrad bringen soll, wenn es sich um die Prüfung der Mörtel-Eigenschaften einer bestimmten Lieferung handelt. Die Ermittelung des Trocken- und Glühverlustes des Trasses ist aber keine solche Prüfung, sondern sie soll über gewisse chemische Eigenschaften des Traß-Materiales Auskunft geben, wozu das Material so weit als möglich aufgeschlossen und auf einen gleichmäßigen Zustand gebracht werden muß.

Einen etwas abweichenden Standpunkt nimmt Feret ein. Er schlägt vor, in allen Fällen, in denen es sich darum handelt, die eigentliche Leistungsfähigkeit einer Puzzolanmasse festzustellen oder eine Lieferung abzunehmen, welche noch nicht auf ihren endgültigen Feinheitsgrad zerkleinert ist, die ganze Masse durch das 5000 Maschen-Sieb zu treiben. Handelt es sich dagegen darum, ein Puzzolanpulver im Verwendungszustande abzunehmen, so soll man es ohne Aenderung prüfen, in diesem Falle aber den Feinheitsgrad besonders angeben.

Zweifel, ob nicht doch gröbere Stücke ausgeschieden werden sollen, können nur entstehen, wenn der Traß sichtlich Fremdkörper enthält, oder wenn — wie z. B. im Traß von Java — harte Tuffklumpen in dem gemahlenen Pulver vorhanden sind, deren Zerkleinerung schwierig und wohl auch nicht gerechtfertigt ist.

In allen anderen Fällen soll die Masse zur Bestimmung des Trocken- und Glühverlustes durch die Vorschrift zerkleinert werden, so daß eine völlig gleichmäßige Masse entsteht, die als Durchschnittsprobe angesehen werden kann.

b) Ermittelung des Gewichtsverlustes beim Trocknen.

Die Ermittelung des Trockenverlustes stellt nur einen Vorversuch für die Glühprobe dar. Sie hat praktischen Werth insofern, als sie erkennen läßt, wie viele Theile des nach Gewicht angekauften Trasses in Wasser bestehen. An sich ist das Wasser dem Traß nicht schädlich, eine zu große Menge Wasser würde also nur den Werth des Trasses durch seine Gewichtsvermehrung verringern.

Bei der Trocknung des Trasses ist mit besonderer Vorsicht zu verfahren, weil bei zu hoher Temperatur leicht ein Theil des chemisch gebundenen Wassers mit fortgeht. Durch einige Versuche habe ich nachgewiesen, daß die Grenze zwischen dem Fortgang des hygroskopischen und des chemisch gebundenen Wassers nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann.

c) Ermittelung des Glühverlustes.

Die Glühprobe ist von alters her als ein wichtiges Beurtheilungsmittel für die Güte des Trasses angesehen worden. Sie ist von Dr. Michaelis zuerst in Deutschland als Werthmesser für Traß eingeführt worden. Die Holländischen „Vorschriften" von 1895[2]) schreiben vor:

> „Nachdem der Traß während 2 Stunden in einem dazu passenden Raume bei [illegible]° getrocknet und danach gewogen ist, muß er nach 40 Min. Glühen in einem [illegible] feuerfesten Tiegel nicht weniger als 7,5 % Glühverlust aufweisen."

Die Materialprüfungsanstalt hat diese Vorschrift auf Grund eigener Versuche etwas erweitert, hat auch in der „Denkschrift" darauf hingewiesen, daß diese Prüfung nicht allein als entscheidend für den Werth des Trasses angesehen werden soll.

[illegible] 1895.

[illegible] allgemeine Vorschriften, herausgegeben vom Ministerium für Wasserbau, Handel und [illegible]

Es wäre falsch, einen Traß deshalb zu verwerfen, weil er nicht den vorgeschriebenen Glühverlust aufweist, denn ein Traß mit 6,5 % Glühverlust wird unter Umständen bessere Festigkeitsergebnisse liefern können, insbesondere größere Anfangsenergie zeigen, wenn er feiner gemahlen ist, als ein gröber gemahlener Traß mit 7,5 % Glühverlust. Die Glühprobe soll deshalb zunächst als erste orientirende Probe angesehen werden.

Nach Vorschlag der Herren Koning und Bienfait in Amsterdam[1]) sind Trasse von 5,5—7,5 % Glühverlust nur dann zum Gebrauch zu genehmigen, wenn die Festigkeitsversuche zu einem Ergebniß führen, welches den Forderungen des § 352 ff der Niederländischen allgemeinen Vorschriften entspricht. Hiernach soll der Mörtel aus 2 Gewichtstheilen Traß, 1 Gewichtstheil Kalkhydrat, 3 Gewichtstheilen Normalsand und 0,90—0,95 Gewichtstheilen Wasser nach 14tägiger Erhärtung unter Wasser mindestens 8 kg/qcm Zugfestigkeit und 40 kg/qcm Druckfestigkeit aufweisen. Nach 28 Tagen Erhärtung soll diese Zahl wenigstens 12 kg/qcm und 60 kg/qcm betragen. (Vergl. auch weiter unten unter IV. Zug- und Druckfestigkeit).

II. Mahlfeinheit.

Die Feinheit der Mahlung ist von großer Bedeutung für die Wirksamkeit des Trasses. Leider versagen gerade für die feinsten Theile, die chemisch am wirksamsten sind, die Siebe, und es müßte zur Trennung dieser feinsten Theile von einander zum Schlemmen gegriffen werden. Der Ausschuß hat indessen gemeint, im Interesse der leichten Ausführbarkeit des Versuchs auch auf der Baustelle von einem derartigen Prüfungsverfahren absehen zu können und hat sich damit begnügt, die auch für die Cementprüfung üblichen Siebe zur Scheidung der Körner in Vorschlag zu bringen.

Die „Niederländischen allgemeinen Vorschriften" fordern, daß der Traß auf dem Siebe von 900 Maschen höchstens 30 % zurücklassen darf. Da indessen so grob gemahlener Traß heute kaum noch in den Handel kommt, hat der Ausschuß geglaubt, in einer Fußnote darauf hinweisen zu dürfen, daß es gerechtfertigt ist, zu fordern, daß auf 900 Maschen nicht mehr als 25 % und auf 5000 Maschen nicht mehr als 50 % Rückstand bleibt. Zahlreiche Versuche mit Handels-Trassen haben gelehrt, daß diese Forderung keineswegs zu hoch gegriffen ist. Ein Mitglied des Ausschusses war sogar der Ansicht, daß man höchstens 20 % Rückstand auf dem 5000 Maschen-Sieb und höchstens 10 % auf dem 900 Maschen-Sieb fordern könne, da keine triftigen Gründe vorliegen, in der Feinmahlung von Traß weniger zu leisten als die Cementindustrie leistet, und da offenbar auch im vorliegenden Falle die Energie und Stärke des Mörtels mit der Mahlfeinheit des Bindemittels wächst.

III. Nadelprobe.

Die Nadelprobe ist eine Mörtelprobe und gehört zu denjenigen Proben, welche schon durch die internationalen Konferenzen empfohlen worden sind. Die Probe wurde in Holland in den 60er Jahren nach Aufhebung der „eingehenden Rechte auf gemahlenen Traß" vielfach zur alleinigen Beurtheilung des Trasses angewendet. Man schrieb einfach vor, daß eine Mischung von 2 R.-Th. Kalkpulver und 1 R.-Th. Traßmehl ungefähr ebenso angemacht wie frische Farbe, nachdem sie 24—48 Stunden unter Wasser gestanden hat, einen zugespitzten Draht mit 300 g beschwert tragen muß. Gegen diese einseitige Anwendung der Probe wandte sich J. L. Terneden in Holland in einer Schrift „Jets over Dordtsche Traß".

[1]) Baumaterialienkunde 1898 Heft 13.

Die „allgemeinen Vorschriften von 1895“ haben die Nadelprobe neben den bereits erwähnten anderen Proben (Schwemmprobe, Gewichtprobe, Siebprobe, Glühprobe) wieder eingeführt. Sie verlangen:

„Ein Gemenge von 2 Gew.-Th. Traß, 1 Gew.-Th. Fettkalkpulver, 1 Gew.-Th. Wasser zu einem gleichmäßigen Teig zusammengekratzt, in einem Metall- oder Porzellangefäß fest eingeschlagen, über dem Rand des Gefäßes glatt abgestrichen, danach unmittelbar unter Wasser von möglichst 15 C° gesetzt, muß nach 48 Stunden bei Erhaltung einer glatten Oberfläche so weit erhärtet sein, daß eine Nadel von 1,2 mm Durchmesser mit 300 g belastet, einen merklichen Eindruck nicht zurücklässt“.

Diese Vorschrift ist mit einigen Abänderungen auch von deutschen Baubehörden angenommen worden. So lautet z. B. die Bedingung der Stadt Bremen für den Bau der Schleuse des Kaiserhafens in Bremerhaven, sowie für das Trockendock, welches im Jahre 1897 begonnen wurde, wie folgt:

„Hinsichtlich der hydraulischen Beschaffenheit des Trasses wird als geringste Leistung verlangt, daß eine Mörtelmischung aus 1 R.-Th. gelöschten Wasserkalk oder Fettkalk (!) und 2 R.-Th. Traß, nach der Mischung in ein passendes Gefäß gebracht und unter Wasser gesetzt, bei einer Temperatur von + 12 R° binnen 48 Stunden merklich erhärtet, sodaß sie den Eindruck des Fingers nicht mehr annimmt, und daß nach Verlauf von weiteren 48 Stunden eine Vicat'sche Nadel von 1,2 mm Durchmesser ohne Sorge, mit 1 kg beschwert, nicht mehr als 5 mm tief in die Mörtelmischung eindringt. Ist die durchschnittliche Temperatur des Erhärtungswassers höher als 12 R°, so soll das Gewicht, dieser Temperaturerhöhung entsprechend, vermehrt werden, sodaß die Nadel bei 15 R° mittlerer Temperatur mit 2 kg, bei 18 R° aber mit 3,25 kg belastet wird.“[1]

In Belgien hat man in dem „Cahier general des charges“ bis jetzt nur die Nadelprobe gefordert, und zwar soll eine Mischung von 2 R.-Th. Fettkalkpulver mit 1 R.-Th. Traß, nach 3—4 Tagen unter Wasser von 15 C° gesetzt, so weit erhärtet sein, daß die Vicat'sche Nadel von 1,2 mm Durchmesser, an beiden Enden verkürzt abgefeilt und mit 300 g belastet, nicht merklich eindringt.

Der Ausschuß war nun nicht der Meinung, daß man der Nadelprobe allgemein Gewicht beilegen solle, weil in der That für ihren Ausfall die Feinheit des Trasses und die Verarbeitung, d. h. die mehr oder weniger innige Mischung des Kalktrasspulvers von wesentlichem Einfluß ist. Er konnte sich aber auch nicht auf den Standpunkt der Herren Koning und Bienfait in Amsterdam stellen, welche der Nadelprobe nur sehr geringen Werth beimessen, und glauben, sie könne sogar zu unrichtigen Schlußfolgerungen verleiten[1].

Um dies zu vermeiden, hat der Ausschuß die Entfernung der auf dem 144 Maschen-Sieb liegen bleibenden Körner vorgeschrieben, er hat außerdem das Merkmal des geringen Eindrucks der Nadel auf den Oberflächen fallen lassen und dafür als Maßstab für die Erhärtung das Gewicht angeführt, welches erforderlich ist, um bei einem bestimmten Alter die Nadel völlig durch den Kalktrasskörper hindurchzutreiben. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Mischung des Kalktrasskörpers sehr sorgfältig vorgenommen wird.

Um eine möglichst innige Mischung von Traß und Kalk zu erzielen, ist der Anwendung eines von Hand zu treibenden kleinen Kollergangs der Mischung von Hand vorzuziehen.

---

[1] Baumaterialienkunde 1898, Heft 13.

Jedenfalls muß die Mischung durch Kneten der Masse so weit getrieben werden, daß sie eine gleichmäßige Farbe annimmt und, mit einem Messer flach ausgestrichen, keine weißen Kalktheilchen mehr erkennen läßt. Wenn der Kalk in Form von Kalkbrei verwendet wird, was der Praxis in den meisten Fällen entspricht, so empfiehlt es sich, das Traßpulver vorher unter Wasser zu bringen und das überschüssige Wasser ablaufen zu lassen, bevor die Mischung mit dem Kalkbrei vorgenommen wird. Sonst bietet die Vermischung des trockenen Pulvers mit dem steifen Kalkbrei beträchtliche Schwierigkeiten.

Nach Professor Van der Kloes (De Ambachtsman) kann Traßmörtel lange liegen, ohne zu verderben. Darnach würde es möglich sein, den Kalktraßbrei mit höherem Wasserzusatz zu verarbeiten, wodurch eine bequemere und innigere Mischung erzielt wird, und nachher den Mörtel liegen zu lassen, damit er sich durch Wasserverdunstung eindickt. Für die Praxis ist dieses Verfahren von großer Bedeutung. Bei den Festungsbauten in Koblenz z. B. war direkt vorgeschrieben: „Der Traßmörtel muß einen Tag, nachdem er angemacht ist, noch einmal in seinem eigenen Safte geknetet werden."

Selbstverständlich wird für den Ausfall der Nadelprobe, d. h. für den Verlauf der Erhärtung des Kalktraßmörtels in erster Linie neben dem Traß die Art des Kalkes entscheidend sein. Man wird also — wenn es sich darum handelt, verschiedene Trasse mit einander zu vergleichen — auf einen „Normalkalk" zurückgehen müssen, von dem weiter unten noch die Rede sein wird.

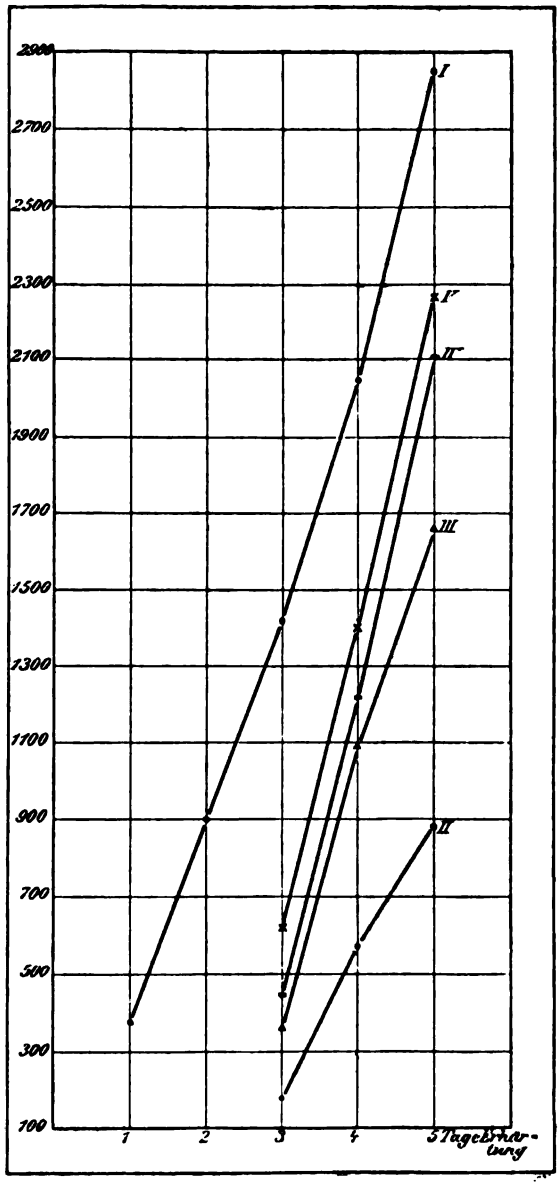


Fig. 1.
Nadelproben mit Kalktraßmörteln aus 1 R.-Th. Kalk verschiedenen Ursprungs + 1½ R.-Th. Traß.

In den meisten Fällen wird man aber die Nadelprobe anwenden, um verschiedene Mörtelmischungen, zu denen verschiedene Kalke Verwendung fanden, in ihrer Erhärtungsenergie unter einander zu vergleichen. Daß hierzu, unter der Voraussetzung gleichmäßiger und guter Vorbereitung des Kalktraßbreies die Nadelprobe sehr brauchbare Werthe liefert, das haben Versuche bewiesen, welche in der Versuchsanstalt ausgeführt wurden und deren Ergebniß in Fig. 1 zeichnerisch aufgetragen ist.

Es handelt sich um Nadelproben mit Kalktraßmörtel aus 1 R.-Th. Kalk verschiedenen Ursprungs und 1½ R.-Th. Traß.

I ist die Linie für Sötenicher gemahlenen Wasserkalk, II für Stettiner gemahlenen Fettkalk, III für Mechernicher Fettkalkteig, IV und V für Walheimer Kalkteig mit dem Unterschied, daß für IV 1½ Traß und für V nur 1¼ Traßmehl verwendet wurde.

Aus dem Verlauf des Linienzuges I ist deutlich zu erkennen, daß der Mörtel I schnell zu erhärten beginnt und energisch weiter erhärtet. V und IV beginnen später, aber erhärten gut weiter, III und II beginnen ungefähr zur selben Zeit, d. h. etwa nach 3 Tagen, zu erhärten und lassen in der Erhärtungsenergie schnell nach. Der Vergleich mit den Festigkeitsergebnissen liefert den Beweis, daß die Festigkeit dem anfänglichen Erhärtungsverlauf nicht parallel geht (Tab. 1).

Tabelle 1. **Festigkeit von Kalktraßmörteln.**

Kalk Marke	Zugfestigkeit kg/qcm nach		Druckfestigkeit kg/qcm nach	
	6 Wochen	12 Wochen	6 Wochen	12 Wochen
I	27	29	103	134
II	24	28	146	180
III	26	33	148	180
IV	26	31	149	185
V	28	30	152	186

Die Druckfestigkeit des Anfangs sehr schnell und energisch erhärtenden Mörtels I ist nach 6 und 12 Wochen beträchtlich geringer als die des sehr viel träger erhärtenden Mörtels II. Im übrigen weichen die Festigkeiten der Mörtel II bis V sehr wenig von einander ab. Man würde also von diesen für die praktische Verwendung den am schnellsten erhärtenden Mörtel mit Walheimer Kalkteig nach dem Ergebniß der Nadelprobe den anderen vorziehen.

Die Wärme der Luft und des Wassers sind wie für die Erhärtung in der Praxis so auch für die Nadelprobe von großer Bedeutung. Da die Traßmörtel vielfach beim Grundbau Verwendung finden, erschien es dem Ausschuß nothwendig, darauf hinzuweisen, daß unter Umständen auch die Nadelproben bei mittlerer Bodenwärme, also etwa 5—10 C° ausgeführt werden müssen. Sie liefern dann beträchtlich andere Ergebnisse als bei 15—18 C° und zwar erhärtet der Mörtel bei niederer Wärme erheblich langsamer. Auf Baustellen wird sich die niedere Wärme durch Aufbewahrung der Proben in Kellerräumen halten lassen.

Was die sehr wünschenswerthe Auffindung eines Normalkalkes anbetrifft, der auch zu den Festigkeitsversuchen benutzt werden kann, so sind bestimmte Anträge noch nicht gestellt worden und ist noch keine Einigung erzielt. Feret ist der Meinung, daß ein solcher Kalk nicht mehr als 2% seines Gewichtes an Unreinigkeiten (einschließlich kohlensaurem Kalk) enthalten sollte. Nach Abzug der Unreinigkeiten sollte der Wassergehalt des Kalkhydrates zwischen 24,3 und 28% betragen.

Die Mitglieder des Ausschusses haben mehrere Kalksorten als Normalkalk in Vorschlag gebracht und zwar wurde empfohlen:

Von Dr. Leube ein nahezu chemisch reiner Jurakalk von Arnegg b. Ulm;
von Dr. Michaelis, D. Zervas Söhne und Herfeldt: Bergischer Fettkalk oder Marmorkalk, der mindestens 95% Kalkerde (CaO) und höchstens 1% Magnesia enthält;
von Cramer ein gut gebrannter Kalk mit mindestens 97% CaO;
von dem Ausschuß insgesammt: Kalk der rheinisch-westfälischen Kalkwerke in Dornap, und
Kalk von L. Kiepenheuer in Köln a. Rh.

Diese Kalke sollen näher untersucht werden.

IV. Zug- und Druckfestigkeit.

Für die Verwendbarkeit der Kalktraßmörtel ist natürlich in erster Linie die Festigkeit entscheidend, welche die Mörtel im Bauwerk erlangen. Eine Normal-Kalktraßmischung war bisher nicht bekannt, vielmehr wechselte man mit der Mischung je nach dem Gebrauchszweck des Mörtels. Es schien deshalb dem Ausschuß erwünscht, um für alle Fälle, ähnlich wie bei der Cementprüfung, Vergleichswerthe zu erlangen, eine ganz bestimmte Mischung in Vorschlag zu bringen und die Körper aus dieser Mischung, wie die Cementkörper, gleichmäßig zu formen.

Die Mischung aus 1 Gew.-Th. Kalkhydratpulver + 1 Gew.-Th. Traß + 3 Gew.Th. Normalsand wurde vorgeschlagen, weil diese Mischung bisher in der That am meisten für die Prüfung der Kalktraßmörtel Verwendung gefunden hat, und zwar hält es der Ausschuß für empfehlenswerth, Kalkhydratpulver zu verwenden, weil es gleichmäßiger herzustellen ist als steifer Kalkbrei, dessen Wassergehalt sonst jedesmal in Rechnung gezogen und nöthigenfalls erst noch durch Abpressen vermindert werden müßte. Die Prüfung soll im übrigen analog der für Cemente unter Anwendung des für die Cementprüfung benutzten Normalsandes vorgenommen werden. Bestimmte Normenzahlen vorzuschlagen, hielt sich der Ausschuß nicht für berechtigt, doch konnte auf die Erfahrungen, die man in Holland gesammelt hat, hingewiesen und die dort geforderte Mindestfestigkeit mitgetheilt werden, um einigermaßen einen Maßstab für die zu fordernde Festigkeit zu gewinnen. Wie bereits erwähnt, fordern die „Niederländischen Allgemeinen Vorschriften" nach 14tägiger Erhärtung wenigstens 8 kg/qcm Zug- und 40 kg/qcm Druckfestigkeit; nach 28tägiger Erhärtung soll die Festigkeit wenigstens 12 bezw. 60 kg/qcm betragen. In Deutschland hat man bisher gleichmäßige Forderungen an die Mindestfestigkeit der Kalk-Traßmörtel nicht gestellt, sondern hat nur bei einzelnen Ausschreibungen nach Bedarf die Innehaltung gewisser Festigkeitsgrenzen gefordert. Z. B. hat die Kaiserl. Kanalkommission für den Bau des Brunsbütteler Hafens und die Schleusenbauten besondere Bedingungen für die Lieferung von Tuffsteinen ausgeschrieben. In diesen Bedingungen wird folgendes gefordert:

> „Bei einer Mörtelmischung von 1 R.-Th. Traß, 1 R.-Th. Kalk, 1 R.-Th. Normalsand und 17 l Wasserzusatz des Gewichts der trockenen Materialien muß die Summe der an Zerreißkörpern mit 5 qcm Querschnitt und Würfeln mit 36 qcm Grundfläche nach 28 Tagen Erhärtung im Wasser von 15 C° mittlerer Temperatur gefundenen Zug- und Druckfestigkeit wenigstens 50 kg/qcm betragen. Nach 48 Stunden muß der Versuchskörper bereits so weit erhärtet sein, daß der Mörtel den Eindruck des Fingers nicht mehr annimmt, nach weiteren 24 Stunden darf ein 1 mm starker Draht, mit 1 kg belastet, nicht mehr als 5 mm eindringen."

Der Ausschuß hat auf die Einführung der 14tägigen Proben verzichtet und hat die Altersklassen entsprechend den für Cementprüfungen eingeführten bemessen. Obgleich es erwünscht schien, wie auch Koning und Bienfait schon vorgeschlagen haben, Zug- und Druckproben noch nach 2—3 monatlicher Erhärtung anzustellen, wurde von einem derartigen Vorschlage doch abgesehen, weil es in allen Fällen erwünscht sein muß, um den Bau nicht all zu sehr aufzuhalten, innerhalb einer möglichst kurz bemessenen Frist zu einem entscheidenden Urtheil zu kommen; in besonderen Fällen bleibt ja die Ausdehnung der Versuche auf höhere Altersklassen unbenommen. Daß die Ausführung der Druckversuche — wenn sie auch auf dem Bauplatze mit Schwierigkeiten verknüpft ist, — doch nicht entbehrt werden kann, haben viele Versuche in der Anstalt bewiesen und zeigen auch schon die wenigen Beispiele in Tab. 1 (S. 20) weiter vorn. Der Zugversuch allein hätte unter diesen Mörteln kein Unterscheidungsmerkmal geliefert.

Um möglichst zuverlässige Mittelwerthe zu erhalten, erscheint es nothwendig, in jeder Reihe 10 Körper anzufertigen, doch sollen, nach dem Beschlusse des Ausschusses, da bei der Entformung der ziemlich fetten Mörtelkörper leicht Beschädigungen der Körper vorkommen können, die vier niedrigsten Zahlen zwar bei der Mittheilung der Versuchsergebnisse mit angegeben, aber von der Bildung des Mittelwerthes ausgeschlossen werden [1]).

Für die vollkommene Normalmischung, 1 Kalkbrei, 2 Traß, 3 Sand ist allerdings das Vorhandensein eines Normalkalks unerläßliche Vorbedingung. Solange ein solcher nicht angenommen ist, wird man sich damit begnügen müssen, entweder einen möglichst reinen Luftkalk irgend welcher Herkunft zu verwenden oder denjenigen Kalk, welcher für die Verwendung des Kalktraßmörtels auf dem Bau jeweils in Aussicht genommen ist.

Wie sehr der Kalk die Eigenschaften des Kalktraßmörtels beeinflussen kann, das zeigen die Linienzüge in Fig. 1. Diese Ergebnisse bringen es mit sich, daß man auch nach der Einführung eines Normalkalks neben der Prüfung des Trasses in der Normalmischung stets, wie dies bisher geschehen ist, auch die Prüfung der gebrauchten Mörtel vornehmen muß und zwar nach Möglichkeit in denjenigen Mischungen und in derjenigen Herstellungsform, in der sie auf dem Bau zur Verwendung gelangen. Welche wichtigen Aufschlüsse derartige Prüfungen geben und wie nothwendig sie sind, um über die Eigenschaften der in Aussicht genommenen Mörtel zuverlässige Auskunft zu erlangen, das beweisen die Ergebnisse der schon veröffentlichten Traßprüfungen [2]).

Die Erfahrungen, die bei der Cementprüfung gemacht wurden, daß die Ergebnisse der Versuche zu allermeist von der Art der Mischung des Mörtels abhängig sind, hat dazu geführt, die Art der Bearbeitung des Normalmörtels genau vorzuschreiben, und zwar hat sich der Ausschuß entschlossen, bereits den Mischapparat Steinbrück-

[1]) Gegen den Ausschluß der niedrigsten Werthe besteht das Bedenken, daß er eine willkürliche Verschiebung des Mittelwerthes veranlaßt, die an sich nicht gerechtfertigt ist. Die Versuchsanstalt hat aus diesem Grunde bei der [illegible] und besonders bei der Cementprüfung nach den Normen stets daran festgehalten, alle gefundenen Werthe, auch die nach unten hin stark abweichenden, wenn sie nicht auf [illegible] beschädigte Probekörper oder Fehler bei der Versuchsausführung zurückzuführen sind, zur Mittelbildung heran zu ziehen. Da die sehr plastischen Kalktraßmörtel sich nur [illegible] in Folge [illegible] Körper [illegible] lassen und beim Entformen leicht [illegible] Beschädigungen [illegible], die durch Abweichungen der Festigkeitswerthe nach unten hin [illegible] Versuchsanstalt in [illegible] Fall gegen den Beschluß des Ausschusses zunächst noch [illegible] [illegible], daß alle gefundenen Einzelwerthe aufgeführt werden müssen.

[2]) Mittheilungen 1896 S. 212 u. f.

Schmelzer in Vorschlag zu bringen, der sich als ein ausgezeichneter Knetapparat bewährt hat und der gegenwärtig schon in gleichmäßiger und durch die Versuchsanstalt zu kontrolirender Form in den Handel kommt. In den Traßfabriken und auf vielen Bauplätzen sind bisher für die Vorbereitung der Probemörtel bereits ähnliche Apparate, kleine Kollergänge, Broyeurs u. s. w. in Benutzung gewesen. Die Verwendung eines einheitlichen Apparates erscheint um so nothwendiger, als es auf andere Weise kaum gelingt, Kalk und Traß mit einander in innige Verbindung zu bringen, sodaß sie äußerlich den Charakter des einheitlichen Bindemittels haben.

V. Verwendung von Puzzolan- und Kalktraßmörteln.

Ueber die Verwendung von Puzzolanmörteln schon in alter Zeit hat Herr Paul Wagner eingehende Erhebungen angestellt und darüber dem Ausschuß berichtet. Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes und dem Lehrstoff, den er bietet, entnehme ich diesen Mittheilungen zum Theil die nachstehenden Angaben:

Bekannt ist, daß schon die Römer bei mannigfachen Bauten Puzzolane verwendeten und zwar zuerst in der Zeit der Republik, als der Bau besserer Landstraßen die Herbeischaffung von Kalk aus dem Appenin nach Rom ermöglichte.

Die Puzzolane wurden theilweise in Rom selbst, theilweise in dessen unmittelbarer Umgebung, wie auch noch heute, gewonnen.

Wenn auch schon aus der Zeit der Republik Ueberreste von Bauten vorhanden sind, welche erkennen lassen, daß sie mit Puzzolanmörtel hergestellt sind, so stammen doch die bedeutendsten Reste alter Bauwerke in Rom, welche mit Puzzolane hergestellten Betonguß und Ziegelmauerwerk aufweisen, aus der Kaiserzeit, insbesondere aus der Zeit der Julisch-Claudischen Herrscher und aus der Zeit der Flavier. Vitruv giebt verschiedene Mischungsverhältnisse und Einzelheiten über die Verwendung von Puzzolan-Kalkmörtel in damaliger Zeit an.

Im zwölften Kapitel seines fünften Buches, welches von der Anlegung von Häfen und Wasserbauten handelt, sagt er, man beschaffe die Puzzolane aus den Gegenden, welche sich von Cumä an bis zum Vorgebirge der Minerva erstrecken, und mische sie so, daß zwei Theile Puzzolane einem Theile Kalk entsprechen.

Im sechsten Kapitel des zweiten Buches[1]) giebt er eine Beschreibung der Puzzolane aus der Gegend von Bajä und dem Gebiet der Städte um den Vesuv herum, welche nicht bloß den Gebäuden in Verbindung mit Kalk und Bruchstein an der Luft, sondern auch Dämmen im Meere Haltbarkeit verleiht.

Ein Zusatz von Sand zum Mörtel fand in der Regel nicht statt, weil die Puzzolane aus nächster Nähe beschafft wurde und keine größeren Kosten wie Sand verursachte.

Einzelne dieser alten Mörtel lassen deutlich erkennen, daß die Puzzolane im Naturzustande, wie sie gewonnen wurde, ohne Aussiebung der groben Stücke in das Mauerwerk kam, bei anderen Resten ergiebt sich, daß die Puzzolane in grobpulverförmigem Zustande verwendet wurde. An anderen Bauwerken sieht man, daß da, wo es auf einen besonders guten Mörtel ankam, schon die Römer das Material durch Kleinklopfen (Pochen) in feinkörnigen Zustand brachten und öfter auch mit kleingepochten harten Ziegelbrocken, ebenfalls in Pulverform mit Kalk vermischt, anwandten.

[1]) M. Vitruvii Pollionis, De Architectura, Liber secundus, Caput 6, De pulvere Puteolano: Est etiam genus pulveris, quod efficit naturaliter res admirandas.

In Rom sind die Mörtel aus den verschiedenen Zeitaltern besonders gut von einander bei den Ausgrabungen der Bauwerke des Palatinischen Hügels zu unterscheiden.

Fast ganz Rom steht auf Tuff und Puzzolane.

Von den heute in der Umgegend von Rom im Betriebe befindlichen Gruben gelten als die besten die von Tre fontane, von Tavolato und von San Sebastiano.

Es scheint, daß noch früher als im alten Rom in den Niederlassungen der Griechen in der Gegend des heutigen Neapel Puzzolane und Tuff zum Bauen verwendet worden sind, worauf uralte unterirdische Gänge in der Puzzolane hinweisen, welche zur Römerzeit schon verlassen waren. Jedenfalls wurden von den Römern schon ausgangs der Zeit der Republik, hauptsächlich aber in den ersten Jahrhunderten der christlichen Zeitrechnung großartige Bauwerke mit Puzzolanmörtel im Gebiete des Golfes von Neapel errichtet.

Der Erhaltungszustand derselben ist theilweise heute noch so vorzüglich, daß durch ihn äußerst beachtenswerthe Belege für die Art, Zusammensetzung und sonstige Eigenschaften der antiken Mörtelbereitung gegeben sind.

Hier möge nur einiges darüber erwähnt sein.

Das bei Puzzoli gelegene Serapeum ist ein uralter Bau, dessen theilweise Wiederherstellung in die Zeit des Marcus Aurelius (161—180) fällt.

Zufolge der Einwirkungen der benachbarten Vulkane hatte sich schon im Alterthum das Gebäude gesenkt, und schließlich versank es mit der ganzen Küste unter das Meeresniveau, wo es viele Jahrhunderte verblieb. Während dieser Zeit wurde ein Theil der noch stehenden Steinsäulen von einer noch heute im Mittelmeer vorkommenden Gattung von Seemuscheln angebohrt, wodurch der damalige Stand des Meerwassers noch jetzt zu erkennen ist.

Im sechzehnten Jahrhundert, am stärksten bei einem Ausbruch des Monte Nuovo (1538), hob sich die Küste wieder.

Untersucht man das Backsteinmauerwerk dieses Baues in der Höhe, in der es sich erstlich lange Zeit über dem Meere erhob, dann Jahrhunderte lang den Einwirkungen des Meerwassers ausgesetzt war und sich jetzt wieder seit längerer Zeit über der Meeresfläche befindet, so kann man feststellen, daß der verbindende Puzzolanmörtel trotz der wechselnden Einwirkungen von Meerwasser und Luft den vorzüglichsten Erhaltungszustand aufweist und von tadelloser Beschaffenheit ist.

Nahe bei Baeoli, — dem Orte, wo zur Zeit noch bedeutende Puzzolangruben im Betriebe sind, — nach dem Capo Miseno zu, befindet sich die Piscina Mirabilis, ein Wasserbehälter von etwa 70 m Länge und 26 m Breite mit gewölbter Decke, die auf 48 Pfeilern ruht. Dieser Wasserbehälter war dazu bestimmt, die römische Kriegsflotte, deren Haupthafen unter Augustus hier war, mit Süßwasser zu versehen.

Auch bei diesem gut erhaltenen Bauwerk ist Puzzolanmörtel verwendet worden.

Die unter Verwendung grober Puzzolane hergestellte innere Mörtellage ist mit einem 5 bis 6 mm starken Verputz versehen, in welchem der Zuschlag zum Kalk aus feingeklopfter Puzzolane in Verbindung mit kleinen Mengen feingepulverter Stückchen hartgebrannter Ziegel besteht.

Auch der in Pompeji durch die Ausgrabungen bloßgelegten Mörteln sind die besseren durch Zusammensetzung von Puzzolane und Kalk nebst kleinen Basaltlavastückchen hergestellt.

Im Küstengebiet des Mittelmeeres, insbesondere an den italienischen Küsten ist die Verwendung der Puzzolane stets heimisch geblieben und sind im Laufe der Zeit zahlreiche Bauten damit ausgeführt worden. Solche, bei denen die italienische Regierung Puzzolane ver-

wenden ließ, und zwar in den altbekannten Mischungsverhältnissen, 2 R.-Th. Puzzolane, 1 R.-Th. Kalkteig für Mauerwerk und bei Beton dieselbe Mischung unter Zuschlag von 3 Theilen Steinschlag, sind unter anderem folgende zu nennen:

Hafenbauten, Quais, Schleusen, Molen ꝛc. zu Neapel, Bari, Messina, Palermo, Girgenti, Salerno, Spezzia, Genua, Catania u. s. w.

Auch für Fortifikationsbauten, ferner für Bauten der Bahngesellschaften (Tunnels, Viadukte ꝛc.) ist in den letzten Jahrzehnten Puzzolane in Italien in bedeutendem Umfange verwendet worden.

Im Rheinland sind in den ersten Jahrhunderten der christlichen Zeitrechnung in den römischen Kolonieen die Tuffsteingruben im Nette- und Brohlthal betrieben worden und zwar sicher — wie alte Baudenkmäler der Römerzeit, Grabstätten, ferner der sogenannte Römergang u. a. beweisen — zur Gewinnung von Bausteinen.

Der Betonguß der alten römischen Stadtmauer in Köln läßt aber auch darauf schließen, daß die Römer nach der ihnen bekannten Verwendung der Puzzolane in Italien Traß zur Herstellung der Mörtel in ihren rheinischen Niederlassungen in erheblichem Umfange benutzt haben.

Hinweisend auf das Vorhandensein von Traß in diesem Betonguß ist das Vorkommen von Bimssteinstückchen, sowie der Unterschied zwischen dem Beton aus der alten Stadtmauer und einem anderen alten Mörtel, der offenbar reiner Kalkmörtel ist, und weiter die große Festigkeit und Adhäsion an den beigemischten Steinstückchen, die er mit einem Traßkalkmörtel gemein hat, der im Laufe der vergangenen Jahre beim Bau der Kölner Hafenanlagen zur Verwendung kam.

Nachgewiesen ist, daß bei dem Bau der Rheinbrücke zwischen Köln und Deutz, welche Konstantin gegen das Jahr 310 nach Christi Geburt begann, Traßmörtel verwendet wurde. Die Pfeiler dieser Brücke waren 3 m breit und 27 m lang bei einer Bogenspannung von 24 m von Mitte zu Mitte dieser Pfeiler. Die obere Brückenbreite betrug 6 bis 8 m, die Brückenlänge etwa 370 m.

Der zur Verwendung gebrachte Beton bestand aus $^2/_3$ Traßmörtel mit $^1/_3$ Steinstücken. Die Brücke hat wahrscheinlich kaum ein Jahrhundert überdauert, sie erlag vermuthlich der Zerstörung der Franken, als diese Köln in Trümmer legten. Im zehnten Jahrhundert ließ Erzbischof Bruno die Pfeiler bis zu einer gewissen Tiefe abbrechen, da sie für die Schifffahrt hinderlich waren.

Gelegentlich der Aufführung der Kölner Hafenbauten im Laufe des Jahres 1893, als der Wasserstand des Rheines besonders niedrig war, wurde von der stadtkölnischen Bauverwaltung zur Untersuchung des Rheinbettes geschritten und verschiedene Reste dieser Brückenpfeiler, welche bei niedrigen Wasserständen in den Jahren 1766, 1848 und 1854 sichtbar geworden waren, weiter entfernt.

Ebenso wurde im Jahre 1881 auf dem Neumarkt zu Köln ein Fundament bloßgelegt, welches aus der Römerzeit stammte und ebenfalls mit Traßmörtel gebaut worden war.

Seit etwa drei Jahrhunderten und dem Bekanntwerden maschineller Poch- und Mahleinrichtungen ist der rheinische Tuffstein (in gemahlenem Zustande Traß genannt) für die Mörtelbereitung besonders in Holland in umfangreicher Weise zur Verwendung gekommen.

Nose berichtet in seinen orographischen Briefen über die vulkanischen Gegenden des Rheines (1790) neben der Beschreibung über das Vorkommen des Tuffsteines und Trasses u. A. folgendes:

„Die Staaten von Holland fanden für gut, auf den in Deutschland gemahlenen Traß einen Impost von vorläufig 9 Gulden per Wagen zu legen, den ganzen Stein jedoch frei hinein passiren zu lassen in der Absicht, das Mahlen des Tuffsteines zu hemmen und diesen Verdienst uns Deutschen zu entziehen.

Dies bewog die drei vereinigten Kurfürsten, auf landesväterlichste Art einen gleichen Impost auf die ganzen Steine zu legen, den gemahlenen Traß hingegen frei passiren zu lassen. Nur wäre noch zu wünschen, daß unsere Fürsten auf den Gedanken verfielen, gar keinen ganzen oder ungemahlenen Tuffstein nach Holland gehen und mehrere Mühlen hier im Lande bauen zu lassen, damit man allen Stein vermahlen und das nunmehr der Entschädigung des Aerariums halber mit einem angemessenen Impost beschwerte Produkt raffinirt nach Holland schicken könnte. Ich weiß gewiß, es sollte keine Tonne weniger als jetzt abgehen. Auch würde dadurch den zum Nachtheil des in Deutschland gemahlenen Trasses in Holland eingeführten ausgehenden Rechten auf den deutschen Traß ein Riegel vorgeschoben. (Würden und könnten aber die Holländer sich nicht rächen?) Denn als die Holländer mit jener Auflage ihren Zweck verfehlten, ließen sie doch noch auf den in Deutschland gemahlenen und aus Holland nach Brabant, England, den ost- und westlichen Kolonieen u. s. w. verführt werdenden Traß einen Impost von 4 Stbr. auf die Tonne legen, während der in Holland gemahlene Traß frei aus dem Lande gehen darf."

Leider sind die Nachrichten aus den letztvoraufgegangenen Jahrhunderten spärlich, doch sind einige Urkunden beispielsweise aus dem Jahre 1609 und 1663 vorhanden, welche auf das Verhältniß zwischen dem Landesherrn (Johann Wilhelm, Herzog von Jülich, Cleve und Berg u. s. w., ferner Kurfürsten der Erzstifte Trier und Köln) und den Betreibern der Tuffsteinbrüche Bezug haben, sowie auf die Verwendung des Tuffsteines (wie es in den alten Urkunden heißt: Tarras oder Dauffsteins und Mehls).

Dressel[1]) schreibt, daß die Holländer für den Traß die schon von Vitruv beschriebene Anwendung der dem Trasse so ähnlichen Puzzolane zu Wassermörtel ins Leben gerufen hätten und erwähnt, daß „seitdem man die Erfahrung gemacht habe, daß künstlicher Wassermörtel dem Meerwasser auf die Dauer lange nicht so gut Stand halte als der natürliche, die Ausfuhr des rheinischen Trasses dadurch nicht so beeinträchtigt werden dürfte."

Jedenfalls hat sich der rheinische Traß, der in den letzten Jahrhunderten bei fast allen Wasserbauten in Holland und zwar insbesondere an der Seeküste zur Verwendung gelangt ist, außerordentlich bewährt.

Einen erschöpfenden Ueberblick über die Bauwerke zu geben, bei denen in neuerer Zeit Traß in größerem Umfange mit gutem Erfolg verwendet worden ist, erscheint bei der überaus großen Zahl derselben kaum möglich, indessen möchte ich einige Beispiele anführen, um zugleich nach Möglichkeit auf die dabei verwendeten mannigfachen Mischungsverhältnisse hinzuweisen.

In Holland sind Bauwerke mit Kalk-Traßmörteln noch heute bis 1790 rückwärts nachweisbar. Kriegs- und Handelshäfen, Brückenbauten, Festungswerke, Wasserbehälter u. s. w. sind aus diesem Material errichtet und zwar sowohl Fundirungen als aufgehendes Mauerwerk. Als Städte, die hierbei hauptsächlich in Betracht kommen, sind zu nennen: Amsterdam,

[1]) Geognostisch-geologische Skizzen der Laacher Vulkangegend (1871).

Rotterdam, Groningen, Harlingen, Stavoren, Lemmer, Enkhuizen, Nymwegen, Helder, Hertogenbusch, Dortrecht, Medemblick, Hoorn, Middelburg, Vlissingen u. s. w.

Die reichen Erfahrungen, welche bei diesen Bauwerken gesammelt wurden, sind in den „Algemeenen Voorschriften voor de Uitvoering en het Onderhoud van Werken" aus den Jahren 1876 und 1895 niedergelegt worden. Tabelle 2 und Tabelle 3 enthalten eine Anzahl von Mörtel- und Betonmischungen für verschiedene Zwecke, die den „Voorschriften" entnommen und von Professor Van der Kloes in Delft 1894 noch ergänzt worden sind. Der Vergleich der vorgeschlagenen Mischungen zeigt, daß man im Laufe der Zeit immer mehr von denjenigen Mischungen zurückgekommen ist, die Kalk im Ueberschuß enthalten.

In Belgien sind die Nachrichten über Traßbauten aus älterer Zeit spärlich, obgleich Antwerpen schon vor hunderten von Jahren ein stetiger Handelsplatz für Traß gewesen ist.

Unter Napoleon I. wurden zwei große Quais und das erste große Hafenbecken in Antwerpen mit Traß gebaut. Von größeren Bauten aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts sind zu nennen die Umgestaltung der Hafen- und Festungsanlagen in Antwerpen, die Erbauung des Bassin du Kattendyk (1860), der Thalsperre bei Dalhain (barrage de la Gileppe) und große Bauten, namentlich Stadenbauten an der Schelde (1875). In den letzten Jahrzehnten sind die Häfen von Gent, Ostende, Brüssel u. s. w. unter umfangreicher Verwendung von Traß umgebaut und erweitert worden. Zu dem im Bau begriffenen Seekanal von Heyst und Bruges und den hinzugehörigen Schleusen- und Quai-Anlagen wird Traß verwendet.

Betreffs der Traßmörtel und Traßbetonmischungen, welche in Belgien verwendet werden, gilt ähnliches wie in Holland. Ein Cahier général des charges regelt im Allgemeinen die Verwendung der Baumaterialien. Die Bestimmungen vom 1. August 1881 und 10. November 1890 schreiben zwei Traßmörtel vor und zwar:

1. Mortier hydraulique ordinaire ou de trass bastard aus 3 R.-Th. Kalkpulver, 1 R.-Th. Traß, 2 R.-Th. Sand;

2. Mortier eminement hydraulique ou de trass fort aus 3 R.-Th. Kalkpulver, 2 R.-Th. Traß.

Beide Bestimmungen behalten sich jedoch vor, je nach der Natur des Kalkes und je nach den Erfahrungen, die man mit ihnen machte, die Mischungsverhältnisse zu ändern.

In den vom Minister der öffentlichen Arbeiten 1896 herausgegebenen Bedingungen für die kürzlich vollendeten Arbeiten an dem Canal du Centre hat man für den Mörtel sowohl wie für die Betonmischungen „Traß bastard" vorgesehen. Der Beton wird hergestellt aus 4 R.-Th. Traß bastard und 6 R.-Th. Steinschlag.

Für die Fundirung von Mauern in Ostende ist ein Beton aus 4 R.-Th. Traßmörtel (Traß bastard), 3 R.-Th. Steinschlag und 3 R.-Th. Ziegelbrocken vorgesehen.

Wagner macht darauf aufmerksam, daß man sowohl in Holland als auch in Belgien immer mehr von dem starken Traßmörtel (Traß fort), also 3 R.-Th. Kalk, 2 R.-Th. Traß ohne Sand abkommt und zwar wohl aus dem Grunde, weil man eingesehen hat, daß zu einem guten Mörtel ein gewisser Theil Sand nothwendig ist. Der im Traßkalkmörtel enthaltene Traß verbindet sich fast vollständig mit dem Kalk; es bleiben nur geringe Mengen inerter Stoffe zurück, die als Sand wirken. Da aber zu einem guten Mörtel eine gewisse Menge

Tabelle 2. Kalk-Traß-Mörtelmischungen.

Kalk in [illegible].

[illegible]	Mischung in Raumtheilen nach																											Bemerkungen
	Allgemeine Vorschriften						v. d. Kloes			Allgemeine Vorschriften						v. d. Kloes			Allgemeine Vorschriften						v. d. Kloes			
	18[illegible]			18[illegible]			1894			18[illegible]			18[illegible]			1894			1876			1895			1894			
	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	Traß	[illegible]	Sand	
[illegible]	1	2	2	1	2	6	[illegible]	2	4 bis 6		-		1	2	2	1	2	2 bis 4	2	6	3½	1	2	2	1	2	3 bis 4	Für aufgehendes Mauerwerk und Verputz.
[illegible]	1	2	1	1	1	1	1	1	1 bis 2				2	3	2	1	1	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	Für Quai- und Schleusenmauern.
[illegible]	2	3		1	1		1	1					2	3		1	1		1	1		1	1		1	1		Für wasserdichtes und fortwährend unter Wasser verbleibendes Mauerwerk.

Tabelle 3. Kalk-Traß-Betonmischungen.

Kalk in Pulverform.

Mischung in Raumtheilen nach																																								Zur Verwendung
Wiener Vorschriften					v. d. Kloes					Allgemeine Vorschriften										v. d. Kloes					Allgemeine Vorschriften										v. d. Kloes					
18[illegible]					1894					1876					1895					1894					1876					1895					1894					
Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	Traß	[illegible]	Sand	[illegible]	[illegible]	
1	1	1½	8		1	1	1½	8		8	10	6	12	6	-	—	-	—	-	1	1	1½	8	—	—	—	—	—	—	1	1	1½	8		1	1	1½	8	—	Im Trockenen
		-	-	--	1	1	1	8	—	7	6	5	17	-	1	1	1	8		1	1	1	8	—	1	1	—	1¾ bis 1⅝	—	1	1	—	2		1	1	1	8	—	Unter Wasser

von Materialien gehört, die ihm sozusagen sein Gerippe geben, so ist ein weiterer Zusatz von Sand nicht nur nützlich, sondern auch erforderlich und wirkt außerdem verbilligend.

In Frankreich ist in Folge der politischen Ereignisse Traß nicht mehr in dem Umfange verwendet worden wie früher, indessen ist in dem Bericht der Commission des Méthodes d'Essai des Matériaux de Construction S. 332 unter dem Kapitel „Essais de Trass" erwähnt, daß man Traß zu den Grundmauern der Seebauten in Dünkirchen und Calais benutzt hat. Welche Mischungen in Frankreich verwendet wurden, ist nicht bekannt. Vielleicht nimmt die Verwendung von Traß nach Bekanntwerden der interessanten Feretschen Untersuchungen wieder zu, wenn sich nicht die in den Ardennen vorkommende kieselsäurereiche Gaize als ein vollwerthiges Mörtelmaterial gleich dem Traß herausstellt.

In Deutschland sind namentlich im Rheinstromgebiet zahlreiche Bauten unter Verwendung von Traß ausgeführt worden, von denen eine Reihe von Bauwerken aus neuerer Zeit genannt sein mögen.

An Hochbauten stehen an der Spitze der Dom zu Köln (1842) und zahlreiche städtische Bauwerke aller Art in Köln, Ruhrort, Duisburg, Hochfeld u. s. w. (von 1844 ab); an Brücken zwei Rheinbrücken bei Koblenz (1862—1863 und 1877), je eine in Köln (1856—1859), Düsseldorf (1868), Duisburg-Rheinhausen (1872—1873), Wesel (1871 bis 1873), eine Brücke über den alten Rhein bei Griethausen (1863), Brücken über Mosel, Lahn, Ruhr, Sieg, Ahr u. s. w. Brücke über die Elbe bei Hamburg und Harburg (1868—1870), bei Hämerten (1869), Brücke über die Weser bei Dreye (1871); Wasserbauten als Kanalisirungen, Schleusen, Wehre: in der Saar (1867, 1876—1879), Lahn (1858, 1883 bis 1886), im Main (1884); Hafenbauten an der Jade, Heppens und Wilhelmshaven (1856—1865, 1871—1874), Kiel (1877), Bremen (1883), Bremerhaven (1893—1897), Harburg (1877—1878);

Kanäle: Kaiser-Wilhelm-Kanal (etwa 60000 cbm Tuffstein), Rhein-Ems-Kanal (etwa 30000 cbm Traß im Beton und Mauerwerk der Schleusen zu Basloh, Teylingen und Meppen), Elbe-Trave-Kanal (1897);

Tunnel: in Elleringhausen, Brilon (1869—1871), Cochem (1872), Viadukt in Linz (1885), Vallendar (1886), Herdecke (1875);

Fortifikationsbauten: in Rastatt (1845), Königsberg i. Pr. (1858—1866), Pillau (1867—1872), Geestemünde (1869—1872), Diedenhofen (1875), Saarlouis (1875), Köln (alte und neue Forts);

Städtische Kanalisation für Köln und Vororte (1881—1897), Aachen (1894—1897), Barmen (1895—1896), Mülheim a. Ruhr (1896), Düsseldorf (1897) u. s. w.

Die Reihe dieser Beispiele ließe sich noch beträchtlich erweitern.

Für die angewendeten Mischungsverhältnisse besteht in Deutschland keine feste Vorschrift. Die Mischungen richten sich nach der jeweiligen Inanspruchnahme des Mörtels bezw. Betons bei den verschiedenen Bauwerken. Als Beispiele mögen einige bewährte Mischungen angegeben sein.

Wasserbauten,

Quaimauern, Docks, Schleusen, Entwässerungskanäle, Betonirungen für Brücken u. s. w.

Mischungen in Raumtheilen.

[illegible] Fettkalkteig, 1 Traß, 1 Sand (Kies unbekannt): Betonirung der Ostseeschleusen bei Holtenau und der Schleusenbauten bei Brunsbüttelhafen und Rendsburg[1]).

1 Kalkteig, 1 Traß, 3 Sand: Stauweiher Lauchensee[2]).

1 Fettkalkteig, 1½ Traß, 1 Sand: Aufgehendes Mauerwerk der Werftmauern der Stadt Mülheim a. Rh. Dichtes Kanalmauerwerk der Entwässerungsanlage der Stadt Köln; Bau der Thalsperre in Remscheid[3]).

1 Kalkteig, 1½ Traß, 2½ Sand, 4½ Kies: Beton für die Entwässerungsanlage von Köln.

1 Wasserkalk, ⅔ Traß, 1⅓ Sand: Rheinbrücken bei Rheinhausen, Duisburg, Oberlahnstein, Koblenz (als Mörtel bei geringem Wasserandrang).

1 Kalk, 1 Traß, 1 Sand: Rheinbrücke Köln in der Höhe des wechselnden Wasserstandes[4]), Rheinbrücken bei Rheinhausen, Duisburg, Oberlahnstein, Koblenz (bei starkem Wasserandrang als Mörtel), Quaimauern des Freihafens Bremen (Wasserkalk, Kies unbekannt);
Werftmauern der Stadt Mülheim a. Rh. (Fettkalkteig, 4½ Kies);
Fundamentmauerwerk der Entwässerungsanlage von Köln (Kalkteig).

1 Wasserkalk, 1 Traß, 1½ Sand, 5 Kies: Hafenneubau Köln.

1 [illegible] (Beckumer), 1⅓ Traß, ⅔ Sand (als Mörtel zum Beton): Rheinbrücken (1872 [illegible]) bei Rheinhausen, Duisburg, Oberlahnstein, Koblenz, Moselbrücke Güls.

1 [illegible] Kalk, 3 Traß: Rheinbrücke Köln (1856—1859) bei dem Mörtel, der sofort unter Wasser verblieb[4]).

[illegible] Kalk, 1 Traß, 1 [illegible] Sand: Rheinbrücke Köln bei allem über dem Wasser verbleibenden Mauerwerk[4]).

Hochbauten

ausgeführt von Staatsbehörden und städtischen Baubehörden.

[illegible] Traß, 1 Sand: Zahlreiche Profanbauten am Rhein, wo wegen starker Bodenfeuchtigkeit über hohem Grundwasserspiegel auf möglichste Dichtigkeit des Fundament- und Kellermauerwerkes gesehen werden muß.

[illegible] Mischungsverhältnisse für Seebauten die empfehlenswerthesten sind, hat noch nicht ausreichend [illegible] Mörtel müssen jedenfalls vermieden werden und auch Ueberschuß von Kalk ist zu [illegible] Traß in Verbindung gegangene Kalk vom Seewasser angegriffen wird. Im Uebrigen [illegible] für Seebauten den Vorzug der zähen Masse, die beim Stürzen des Betons nicht leicht

[illegible] empfehlen für Seebauten die Mischungen:

[illegible] Traß, 1 Sand	1⅓ Kalk, 1 Traß, 2 Sand	für Bautheile, die nur zeitweise vom Seewasser bespült werden.
[illegible] „	2 „ 1 „ 3 „	
[illegible]		

[illegible] Kaiserl. Mel. Bauinspektors Bühler.

[illegible] Prof. Intze in der Zeitschr. d. V. deutscher Ingenieure.

[illegible] Rath Lohse.

1 Kalkteig, 1 Traß, 2 Sand: Neubau des Archivs und der Bibliothek der Stadt Köln (zum Versetzen der Sockel- und sonstigen Werksteine). Neubau der Herz-Jesu Kirche in Köln.

1 Kalkteig, 1 Traß, 3 Sand: Neues Gerichtsgebäude in Köln (Fundamente, Keller- und Außenmauern). Kasernenneubauten Mülheim a. Rh. und Kalk bei Köln (Fundament- und Kellerraum). Neubau der Gasfabrik und Protestantischen Kirche Mülheim a. Rh.

1 Kalkteig, 1 Traß, 4 Sand: Postneubau in Köln (Mauerwerk bis zum ersten Stockwerk)[1].

1 Kalkteig, 1 Traß, $4^1/_2$ Sand: Postneubau in Köln (Mauerwerk über dem ersten Stockwerk)[1].

1 Kalkteig, $^1/_2$ Traß, $2^1/_2$ Sand: Neubau des Archivs und der Bibliothek der Stadt Köln.

1 Kalkteig, $^1/_2$ Traß, $2^1/_2$—3 Sand: Postneubau Köln (Kellergeschoß)[2].

1 „ $^1/_4$ „ $2^1/_2$—3 „ „ „ (aufgehendes Mauerwerk)[2].

Daß diese Mischungsverhältnisse nicht ohne weiteres für andere Bauten verwendet werden dürfen, sondern in jedem Einzelfalle der Nachprüfung unterworfen werden müssen, ist schon weiter vorne hervorgehoben worden.

Litteratur über Traß und Puzzolane.

Puzzolane zu Cement. W. J. 1856 p. 129, 132, 137. A. Winkler, J. f. pr. Ch. 67 p. 444, Dingl. Journ. 142 p. 106.

Analyse eines Trasses aus dem Brohlthale. W. J. 1864 p. 265. H. Bohl. Dingl. J. 173 p. 201. Polyt. C. 1864 p. 1389.

Eigenschaften und Zusammensetzung von Puzzolane. W. J. 1865 p. 348. W. Heldt, J. f. pr. Ch. 94 p. 129—161, p. 202—237. Polyt. C. 1865 p. 861 u. 1562. Chem. C. 1865 p. 372 u. 857. Dt. J. Z. 1865 p. 374. A. Winkler, Dingl. J. 178 p. 221.

Puzzolane zum Mörtel für Meeres- und Küstenbauten W. J. 1866 p. 354. Toirel, Monit. scient. 1863 p. 358.

Die hydraulischen Mörtel, insbesondere der Portland-Cement von Dr. W. Michaelis. Notizbl. 1888 p. 371.

Puzzolane als Bestandtheil des Cements. W. J. 1869 p. 366. 368. Fiemy, Compt. rend. 67 p. 1205. Bull. de la soc. chim. 1869 11 p. 507. Monit. scient. 1869 p. 51. Dingl. J. 192 p. 53. Z. f. Ch. 1869 p. 148. Schweiz. polyt. Z. 1869 p. 81. Polyt. C. 1869 p. 333. Württ. Gew. 1869 p. 278.

Puzzolane aus Alaunrückständen. W. J. 1874 p. 460.

Traß-Analyse von Traß aus dem Riesethal bei Nördlingen in Bayern. W. J. 1872 p. 437. G. Feichtinger, Bayr. J.- u. Gew. 1872 p. 141. Polyt. C. 1872 p. 1097.

Künstliche Puzzolanerde. W. J. 1875 p. 757. Nicholson, Bull. de la soc. chim. 1875. 23 Nr. 12 p. 572.

Untersuchung über die absolute Festigkeit verschiedener Mörtel. 1875 Notizbl. p. 365.

Der rheinische Traß, seine Gewinnung und seine Fundstätten. W. J. 1878 p. 704. Löhmann, T. u. Z.-Z. 1878 Nr. 28 p. 218 Nr. 29 p. 227.

Die Fundstätten der Baumaterialien in der Rheinprovinz von Frangenheim.

Beschreibung des Bergreviers Coblenz I. von Liebering.

Jetz over Dordtsche Traß von L. Terneden.

Ermittelung des Nutzwerthes verschiedener hydraulischer Mörtelmaterialien. W. J. 1878 p. 693. R. Dyckerhoff D. Bauztg. 1878 Nr. 7. Dingl. J. 228 p. 329.

Eintheilung der hydraulischen Bindemittel. W. J. 1880 p. 519. W. d. ö. J. u. A. V. 1880 p. 81.

Ueber Traßmörtel. W. J. 1880 p. 524, 526.

G. Herfeldt, Mittheilungen über die hydraulischen Eigenschaften des Traßmörtels. Andernach 1880.

Volumenveränderungen von Traßmörteln. W. J. 1881 p. 525.

Traßmörtel, Vergleich mit Cementmörtel W. J 1881 p. 549. Dyckerhoff, D. Bauztg 1881 Nr. 45.

[1] Mittheilungen des Herrn Wagner.

[2] Mittheilungen des Kaiserl. Postbaurathe Hinze.

Vorkommen und Gewinnung von Puzzolane bei Rom und Neapel. W. J. 1882 p. 636. L. Deutsch u. O. Fodera Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1882 p. 488.

Puzzolane von Reunion, Italien ꝛc. W. J. 1883 p. 648. E. Landrin. Compt. rend. 96 S. 491.

Verwendung der Puzzolane bei den Wasserbauten der Ichianerbahn. W. J. 1883 p. 649. M. Kovatsch, W. d. ö. J. u. A. V. 1883 p. 217.

Vermahlen des Tuffsteins. W. J. 1883 p. 627. Scharnweber, W. f. A. u. J. 1883 p. 151.

Zug- und Druckfestigkeit von Traßmörteln. W. J. 1884 p. 704.

Puzzolancement. W. J. 1884 p. 717. B. Bosse, W. f. A. u. J. 1884 S. 386.

Puzzolancement. W. J. 1885 p. 22. B. Bosse, St. u. E. 1885 S. 447.

Puzzolancement. W. J. 1885 p. 621.

Puzzolancement. W. J. 1885 p. 631.

Traßcement. W. J. 1885 p. 631.

J. Neumüller, Geschichtliche Entwickelung der Cementindustrie. W. J. 1885 p. 633. W. d. u. ö. Ges. 1885 S. 325.

Puzzolancement. W. J. 1886 p. 577.

Künstlicher Traß. W. J. 1886 p. 601. D. R. P. Nr. 36000.

Puzzolancement für das deutsche Reichstagsgebäude. W. J. 1886 p. 579.

Puzzolanerde, Entstehung ihrer hydraul. Eigenschaften. W. J. 1886 p. 580.

Puzzolancement und Traßmörtel, Erhärten derselben. W. J. 1887 p. 821.

Puzzolancemente, Definition. W. J. 1887 p. 839.

Puzzolancement, Festigkeit. W. J. 1887 p. 832.

Puzzolancement, Volumenveränderung. W. J. 1889 p. 829.

Puzzolancement. W. J. 1889 p. 854. Höffner, Z. d. V. d. J. 1889 p. 759.

Traß, zersetzter Granitsand mit Kalk vermischt als Ersatz dafür. W. J. 1890 p. 785. Dingl. J. 278 p. 275.

Puzzolancement im Vergleich zu Portlandcement. W. J. 1891 p. 793.

Traß aus dem Brohlthale. W. J. 1893 p. 744. Goldberg, Th. Z. 1893 p. 369.

Traßuntersuchungen. W. J. 1893 p. 745. J. Penninck, Th. Z. 1893 p. 1229.

Traß. Zusammensetzung. W. J. 1893 p. 753.

Puzzolancemente. Definition. W. J. 1893 p. 761.

Traß, Abbindungsverhältnisse. W. J. 1893 p. 762.

Traß. Kochprobe. W. J. 1893 p. 763.

Puzzolan- und Traßmörtel. Festigkeitsprüfung. W. J. 1893 p. 764.

Traßmörtel und Cementkalkmörtel in praktischer Verwendung. Th. Z. 1894 p. 457.

Kalkmörtel mit Traßzuschlägen. W. J. 1894 p. 784. H. Burchartz, Mitt. V. A. 1894 p. 156.

Cement-Kalkmörtel und Traßmörtel in praktischer Verwendung. Th. Z. 1894 p. 457.

Traßprüfung. Gary: Mitth. V.-A. 1896 p. 193.

Zur Genesis der Puzzolane. Th. Z. 1897 p. 12.

Das Verhalten des Cementes zu Meerwasser. Schuliatschenko W. J. 1897 p. 743.

Der Glühverlust des Trasses. Michaelis Th. Z. 1897 p. 65.

Traßprüfung Gary. Th. Z. 1897 p. 63. W. J. 1897 p. 768, 769.

Der Glühverlust des Trasses. Gary: Th. Z. 1897 p. 457.

Traßprüfung Koning & Bienfait: Baum. 1898. W. J. 1898 p. 763. Th. Z. 1898 p. 151.

Abkürzungen.

W. J. = Wagner-Fischers Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie.
J. f. pr. Ch. = Journal für praktische Chemie.
Dingl. J. = Dinglers Journal.
Polyt. C. = Polytechnisches Centralblatt.
Chem. C. = Chemisches Centralblatt.
Dt. J. Ztg. = Deutsche Industrie-Zeitung.
Monit. scient. = Moniteur scientifique.
Compt. rend. = Comptes rendues.

Bull. de la soc. chim. = Bulletin de la société chimique.
Z. f. Ch. = Zeitschrift für angewandte Chemie.
Schweiz. polyt. Z. = Schweizerische polytechnische Zeitschrift.
Württ. Gew. = Württembergisches Gewerbeblatt.
Bayr. J.- u. Gew. = Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt.
T.- u. Z.-Ztg. = Deutsche Töpfer- und Ziegler-Zeitung.
Dt. Bauztg. = Deutsche Bauzeitung.
W. d. ö. J.- u. A.-V. = Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.
Berg- u. Hüttenm. Ztg. = Berg- und Hüttenmännische Zeitung.
W. f. A. u. J. = Wochenblatt für Architekten und Ingenieure.
Baum. = Baumaterialkunde.
St. u. E. = Stahl und Eisen.
W. d. n. ö. Gew. = Wochenblatt des niederösterreichischen Gewerbemuseums.
Z. d. V. D. J. = Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.
Ch. Ztg. = Chemiker Zeitung.
Th.-Ztg. = Thonindustrie-Zeitung.
Mitth. V.-A. = Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten.
Notizbl. = Notizblatt des Ziegler- und Kalkbrenner-Vereins.

3. Druckfestigkeit von Beton.

Von H. Burchartz. Ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

In Nr. 62 der „Thonindustrie-Zeitung" unterwirft Herr Eugen Dyckerhoff die von mir in Heft 5, Jahrgang 1900 der „Mittheilungen" veröffentlichten und in Nr. 52 der erstgenannten Zeitschrift abgedruckten Ergebnisse einiger in der Abtheilung für Baumaterialprüfung ausgeführten Versuchsreihen mit Mörtel und Beton und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen einer kritischen Betrachtung.

In der Einleitung hierzu bespricht er allgemein den Einfluß des Wasserzusatzes auf die Festigkeit des Mörtels und Betons.

Seine Behauptungen, daß Mörtel, welcher mit einem normengemäßen Wasserzusatz angemacht wird, so daß er nur erdfeucht ist, höhere Werthe liefert als gleicher Mörtel mit höherem Wasserzusatz, und daß erdfeuchter Mörtel zur Betonbereitung zu trocken ist und der für diesen Zweck in Aussicht genommene Mörtel eines höheren Wasserzusatzes bedürfe, sind richtig. Diese Thatsachen sind aber wohl jedem, der sich mit der Prüfung von Mörteln und Beton oder der Ausführung von Betonarbeiten beschäftigt, bekannt. Die Gründe, weshalb der Beton mit mehr Wasser angemacht werden muß, um einen sachgemäßen Beton zu ergeben, dürften ebenfalls bekannt sein.

Dyckerhoff fährt nach den allgemeinen Bemerkungen über die Wirkung des Wasserzusatzes wie folgt fort:

> „Aus den in Nr. 53 mitgetheilten Ergebnissen der beiden Versuchsreihen läßt sich daher nicht der angeführte Schluß ziehen, daß Betonmischungen geringere Festigkeiten ergeben als die Mörtelmischungen. Dies ist auch durchaus nicht der Fall, wenn der Beton mit der erforderlichen Wassermenge bereitet wird; werden die Proben mit Beton und Mörtel, wie solche bei Bauausführungen zur Verwendung kommen, angefertigt, so werden die Ergebnisse gegentheilige Resultate haben."

Zunächst muß bemerkt werden, daß die von mir aus den Ergebnissen der besprochenen Versuchsreihen gezogene Schlußfolgerung nicht als allgemein zutreffend gelten soll, wie auch aus dem Wortlaut meiner Abhandlung selbst deutlich hervorgeht. In letzterer heißt es:

> „Als wesentliches Ergebniß beider Versuchsreihen ist hervorzuheben, daß — vielfach herrschenden Anschauungen widersprechend — die Betonmischungen durchweg geringere Festigkeiten ergeben haben als die Mörtelmischungen.
>
> Allgemein gültige Schlüsse nach dieser Richtung lassen sich indeß aus den vorliegenden Ergebnissen nicht ziehen. Hierzu sind umfangreiche Versuche auf breiterer Grundlage, die sich namentlich auf höhere Altersstufen zu erstrecken haben, erforderlich.

Im Uebrigen aber sind die Schlüsse Dyckerhoff's an sich deshalb unrichtig, weil sie auf der falschen Voraussetzung beruhen, daß zur Herstellung des Betons für die Versuche zu wenig Wasser verwendet worden sei. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Allerdings ist der Mörtel normengemäß, d. h. in erdfeuchter Beschaffenheit angemacht worden. Der Steinschlag und Kies aber ist vor dem Vermischen mit dem Mörtel angefeuchtet worden.

Dies ist auch in der Beschreibung der Anfertigung der Betonprobekörper (Mitthlg. Jahrg. 1890 Heft 5 S. 229) angegeben, von Dyckerhoff aber wahrscheinlich übersehen worden.

Daß der Beton genügend feucht war, geht auch aus der Thatsache hervor, daß die Betonmasse in der Form beim Einschlagen plastisch wurde und an dem unteren Rand der Form sowie auch an der Oberfläche der fertigen Körper merkliche Schlammabsonderung eintrat.

Andrerseits ist auch die von Dyckerhoff aufgestellte allgemeine Behauptung unrichtig, daß Betonmischungen stets höhere Festigkeit erlangen als der Mörtel des Betons; er setzt sogar wörtlich hinzu: „und zwar darf der Zusatz von Steinschlag noch so groß sein."

Dyckerhoff schränkt allerdings diese Behauptung in dem nämlichen Satze selbst ein, indem er hinzufügt, „wenn nur genugend Mörtel vorhanden ist, daß das Betongemenge sich dicht zusammenstampfen läßt." —

Rechnet man nur mit Verhältnissen, wie sie in der Praxis zutreffen, d. h. nimmt man den Beton, wie Martens[1]) sich ausdrückt, als eine Vertheilung von mehr oder weniger groben Körnern in einer später fest werdenden breiartigen Masse dem mit Wasser angemachten Bindemittel (Mörtel) an, und sieht von außergewöhnlichen Bedingungen (z. B. etwa der, daß die das Steinskelett bildenden Steine eingeschlossen sind und nach den Seiten nicht ausweichen können) ab, so wird der Beton dem Mörtel in der Festigkeit nur dann nahe kommen oder ihn übertreffen, wenn der Mörtel im Beton ebenso verdichtet werden kann, wie der Mörtel für sich allein. Dies ist aber nur dann möglich, wenn für diesen Zweck genügender Mörtel im Beton enthalten, d. h. so viel Mörtel vorhanden ist, daß nicht nur die Hohlräume des Steinschlags ausgefüllt sind, sondern die Steinschlagstücke gut im Mörtel eingebettet werden können[2]).

[1]) „Betrachtungen über Cementmörtel und Beton", Martens, Mittheilungen 1897 S. 92.

[2]) Wer das Verhalten des Betons beim Einstampfen in Formen beobachtet hat, wird die Erfahrung gemacht haben, daß bei mörtelarmem Beton ein Verdichten des Betons kaum möglich ist, weil die Steinstücke, namentlich die eckigen Granitbruchstücke, sich mit ihren Kanten oder Spitzen aneinanderlegen und dem Schlage mit dem Stampfer nicht nachgeben und der Mörtel häufig lose zwischen den Steinen liegen bleibt.

Dies ist namentlich erforderlich, wenn das Steinskelett aus eckigem Bruchstein- oder Ziegelstein-Steinschlag besteht, der um so schwerer in dem Beton beweglich ist, je weniger Mörtel vorhanden ist.

Dyckerhoff führt zum Belege für seine allgemeine Behauptung, daß der Beton höhere Festigkeiten liefert als der Mörtel im Beton, die Ergebnisse einiger von ihm ausgeführten Versuchsreihen an, von denen diejenigen der charakteristischeren Reihe nachstehend wiedergegeben seien.

Tabelle 1. **Druckproben von Mörtel und Betonmischungen**[1]).

Mittelwerthe aus je 5 Versuchen. Würfel von 10 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 100 qcm.

Mischung in Gewichtstheilen	Druckfestigkeit in kg/qcm nach			
	4 Wochen	13 Wochen	1 Jahr	2 Jahren
	Lufterhärtung			
Mörtel 1 : 1				
1 Cement + 1 Sand + 0 Steinschlag . . . . . ●	258,8	307,5	516,3	584,4
1 „ + 1 „ + 2 Porphyr . . . . . ×	300,0	360,0	425,0[2])	583,3
1 „ + 1 „ + 2 geschl. Rheinkiesel . . . . ⊙	280,0	352,5	426,3[2])	659,1
Mörtel 1 : 2				
1 Cement + 2 Sand + 0 Steinschlag . . . . . ●	182,5	255,0	415,0	501,4
1 „ + 2 „ + 3 Porphyr . . . . . ×	268,8	306,3	408,5	524,3
1 „ + 2 „ + 3 geschl. Rheinkiesel . . . . ○	250,0	295,0	451,2	525,1
1 „ + 2 „ + 3 Kalksteine . . . . . +	252,5	305,0	417,8	490,6
1 „ + 2 „ + 3 Sandsteine . . . . . △	221,3	260,0	410,8	506,8
1 „ + 2 „ + 3 Granit . . . . . ⊠	240,0	272,5	428,9	553,1
Mörtel 1 : 3				
1 Cement + 3 Sand + 0 Steinschlag . . . . . ●	168,8	236,3	340,0	441,0
1 „ + 3 „ + 4½ Porphyr . . . . . ×	225,0	266,3	356,3	460,0
1 „ + 3 „ + 4½ geschl. Rheinkiesel . . . ○	205,0	237,5	327,5	496,0
1 „ + 3 „ + 4½ Kalksteine . . . . . +	215,0	267,5	317,5	466,8
1 „ + 3 „ + 4½ Sandsteine . . . . . △	176,3	203,8	267,5	424

Der Verlauf der Erhärtung bezw. die Festigkeitszunahme der Mörtel- und Betonmischungen ist gleichzeitig durch die Schaulinien der Fig. 1, 2 u. 3 (Seite 36 u. 37) dargestellt, und zwar die Festigkeiten für Mörtel 1 + 1 durch starke[3]), für Mörtel 1 + 2 durch schwache und für Mörtel 1 + 3 durch gestrichelte Linien.

Die Ergebnisse der Dyckerhoff'schen Versuche können indeß nicht allgemein maßgebend sein; sie beweisen allerdings, daß im vorliegenden Falle der Beton durchschnittlich (nicht in allen Fällen) günstigere Werthe ergeben hat als der verwendete Mörtel. Hierbei muß aber zunächst berücksichtigt werden, daß bei diesen Versuchen zu den Betonmischungen sehr feiner Steinschlag (die Körnung lag zwischen 5 und 15 mm; bei dem Steinschlag der Versuchsanstalt

[1]) Leider hat es Dyckerhoff unterlassen, den Festigkeiten die sonstigen zur Kennzeichnung der einzelnen Betonbestandtheile dienenden Eigenschaften, wie Raumgewicht, spec. Gewicht, Dichtigkeitsgrad u. s. w. beizufügen.

[2]) Die Zahlen sind vermuthlich unrichtige Werthe (Ablesefehler?). Darauf deutet auch der Verlauf der Schaulinien dieser Mischungen in Fig. 1. Der wahrscheinlichere Verlauf ist in der gleichen Figur durch punktirte Linienzüge gekennzeichnet.

[3]) Siehe Bemerkung [2]).

[illegible] zwischen Walnuß- und Gänseeigröße) verwendet worden ist, welcher Umstand natürlich von großer Wichtigkeit ist und zweitens sind die Dyckerhoff'schen Betonmischungen, wie aus den angegebenen Mischungsverhältnissen ersichtlich ist, sämmtlich verhältnißmäßig [illegible].

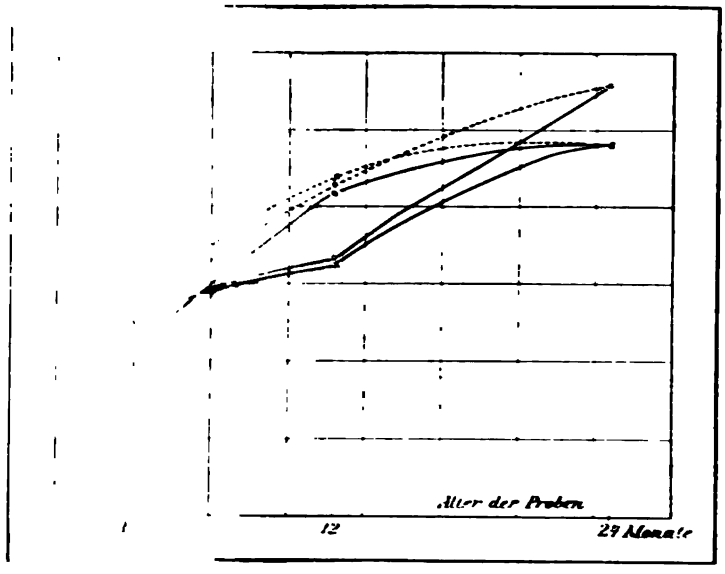


Fig. 1.
Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit.
(Zu Tabelle 1.)
● 1 + 1
× 1 + 1 + 2 Porphyr
○ 1 + 1 + 2 Rheinkiesel

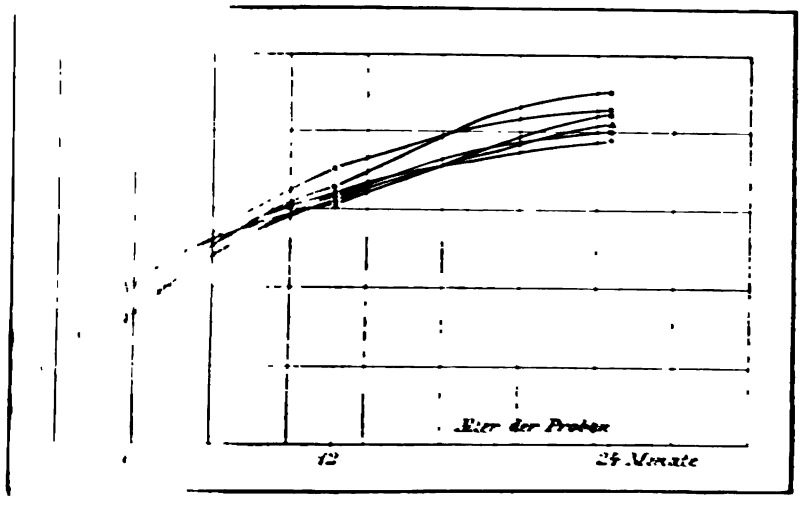


Fig. 2.
Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit.
(Zu Tabelle 1.)
● 1 + 2
× 1 + 2 + 3 Porphyr
○ 1 + 2 + 3 Rheinkiesel
+ 1 + 2 + 3 Kalkstein
△ 1 + 2 + 3 Sandstein
⊠ 1 + 2 + 3 Granit.

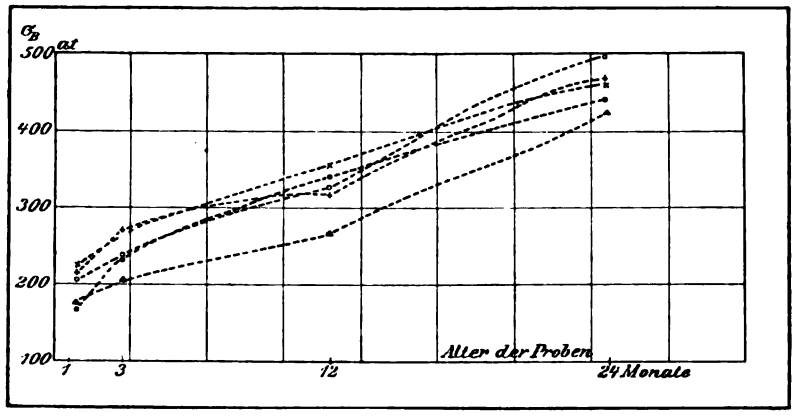
Diese beiden Umstände zusammen haben natürlich bei den Dyckerhoff'schen Versuchen [illegible] Ergebniß beim Beton und zwar ein höheres als beim Mörtel gezeitigt. Keinesfalls [illegible] größere Wasserzusatz allein die Ursache der höheren Festigkeit.

[illegible] Richtigkeit meiner Anschauung, daß die Dichtigkeit und in Folge dessen die Festigkeit [illegible] die Verwendung gleichen Bindemittels und gleiche Misch- und Stampfarbeit [illegible] in höherem Grade vom Gehalt an Mörtel als vom Wasserzusatz abhängig ist, [illegible] in schlagendster Weise noch durch die Ergebnisse weiterer, in neuester Zeit vorgenommener [illegible] mit Mörtel und Beton auf Druckfestigkeit bestätigt, wie aus Tabelle 4, in welcher

diese Ergebnisse als Mittelwerthe aus je 10 bezw. 5 Einzelversuchen zusammen gestellt sind, hervorgeht. In Tabelle 2 sind die physikalischen Eigenschaften der Betonbestandtheile und in Tabelle 3 die Gewichte und Raumgewichte (Dichte) der Mörtel- und Beton-Probekörper für 1 und 28 Tage Alter verzeichnet. Maßgebend sind zur vergleichsweisen Beurtheilung der Dichte

Fig. 3.

Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit. (Zu Tabelle 1.)



die Werthe der 1 Tag alten Körper, weil die Proben bei der weiteren Lagerung bis zu 28 Tagen unter feuchtem Sand die Feuchtigkeit ungleich aufgenommen haben, was daraus zu ersehen ist, daß während dieser Zeit einzelne Körper an Gewicht abgenommen, andere zugenommen haben.

Tabelle 2. **Physikalische Eigenschaften der Betonbestandtheile.**

Bestandtheil	Mittleres[1]) Gewicht in kg für 1 Liter eingefüllt[2]) R_f	Specifisches Gewicht[1]) s	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{R_f}{s}$	Undichtigkeitsgrad (berechnet) $u = 1 - d$	Undichtigkeitsgrad durch Messung ermittelt[3])
Cement	1,283	3,179[5])	—	—	—
Bausand[4])	1,419	2,584	0,549	0,451	0,445
Granitsteinschlag[4])	1,376	2,594	0,530	0,470	0,477

Tabelle 3. **Raumgewicht der Mörtel- und Beton-Probekörper.**
Mittelwerthe aus je 5 Einzelversuchen.

Mischung in Raumtheilen	Gewicht in kg nach 1 Tag	Gewicht in kg nach 28 Tagen	Rauminhalt ccm	Raumgewicht g/ccm nach 1 Tag	Raumgewicht g/ccm nach 28 Tagen
1 Cement + 1 Sand	0,801	0,811	355	2,256	2,285
1 „ + 1 „ + 2 Steinschlag	19,270	19,350	8000	2,409	2,419
1 „ + 1 „ + 3 „	19,450	19,520	8000	2,431	2,440
1 „ + 1 „ + 4 „	19,200	19,310	8000	2,400	2,414
1 „ + 2 „	0,818	0,828	355	2,304	2,327
1 „ + 2 „ + 4 Steinschlag	19,560	19,330	8000	2,445	2,416
1 „ + 2 „ + 5 „	19,430	19,380	8000	2,429	2,423

[1]) Mittel aus 3 Versuchen.
[2]) In einem runden Gefäß von 10 l Inhalt durch Einschaufeln des Materials bestimmt.
[3]) Der Bausand wurde im Anlieferungszustand (erdfeucht) geprüft und verarbeitet.
[4]) Der Granitsteinschlag war so angefeuchtet, daß er als wassersatt angesehen werden konnte.
[5]) Im ausgeglühten Zustande.

Tabelle 4. Druckfestigkeit von Mörtel und Beton.

Abmessungen der Proben { Mörtel: Würfel von 7,1 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 50 qcm.
Beton: „ „ 20 „ „ „ „ = 400 „

Alter der Proben: 28 Tage.

Mischungsverhältniß in Raumtheilen			Wasserzusatz	Druckfestigkeit	Bemerkungen
Cement	Bausand	Granit-Steinschlag[1])	%	kg/qcm	
1	1	0	12,0	364	Die Probekörper erhärteten 1 Tag in der Form, die übrige Zeit unter feuchtem Sande.
1	1	2	12,0	374	
1	1	3	12,0	358	
1	1	4	12,0	304	
1	2	0	9,1	291	
1	2	4	9,1	287	
1	2	5	9,1	259	

Auch bei dieser Untersuchung ist zum Mörtel im Beton der gleiche Wasserzusatz verwendet worden, wie zum Mörtel selbst. Der Steinschlag ist vorher sachgemäß angefeuchtet worden.

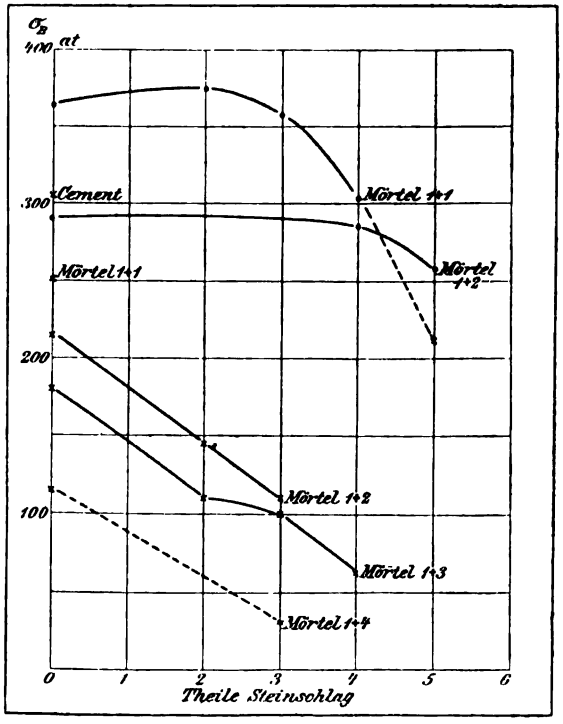


Fig. 4.

Vergleich zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit.

● ● ● Versuchsanstalt. Tabelle 4.

× × × Mank. Tabelle 5.

Die Zahlen beweisen wohl zur Genüge, daß die Dyckerhoff'sche Theorie von der Beziehung zwischen Mörtel- und Betonfestigkeit nicht allgemein stichhaltig ist, daß vielmehr die Festigkeit des Betons, von sonstigen bei der vorliegenden Frage nicht in Betracht kommenden Einflüssen natürlich abgesehen, in erster Linie von dem Verhältniß des Mörtels zum Steinschlag und nicht vom Wasserzusatz abhängig ist.

[1]) Der Steinschlag bestand aus Stücken von etwa 2, 5 bis 7 cm Durchmesser.

Schließlich seien noch die Ergebnisse angeführt, die Mank[1]) in Dresden bei der Prüfung von Mörtel und Beton auf Druckfestigkeit gefunden hat und die auch wiederum bestätigen, daß die Dyckerhoff'sche Theorie durchaus nicht allgemein zutrifft.

Tabelle 5.

Mischungsverhältniß in Raumtheilen			Druckfestigkeit kg/qcm	Mischungsverhältniß in Raumtheilen			Druckfestigkeit kg/qcm
Cement	Sand	Steinschlag		Cement	Sand	Steinschlag	
1	—	—	305	1	3	—	180
1	1	—	250	1	3	2	110
				1	3	3	100
1	2	—	225	1	3	4	65
1	2	2	145				
1	2	3	110	1	4	—	115
				1	4	3	60

Auch bei dieser Prüfung haben, wie ersichtlich, die Mörtel größere Festigkeiten geliefert, als die daraus in Verbindung mit Steinschlag hergestellten Betonmischungen.

In welchem Grade die Festigkeit des Mörtels durch den Steinschlagzusatz bei den beiden Versuchsreihen herabgesetzt, zeigt deutlich der Verlauf der Linienzüge, durch welche die Festigkeitszahlen in Fig. 7 dargestellt sind.

4. Qualitativer Nachweis von Mineralöl in Harzöl.

Von Dr. D. Holde, Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung.

Der qualitative Nachweis von schwerem Harzöl und z. Th. auch von leichteren Harzölessenzen in Mineralschmierölen bietet wegen der ausgesprochenen Reaktionen der Harzöle und ihrer physikalischen Eigenschaften selbst bei Gegenwart geringer Mengen Harzöl bekanntlich keine Schwierigkeit.

Der umgekehrte qualitative Nachweis, nämlich von schwerem Mineralöl in Harzöl, war bisher nur für grobe Zusätze, wenigstens 15—20%, durch das Finkenersche Verfahren[2]) sicher gestellt.

Aus einer gelegentlichen Rücksprache mit Herrn Geheimrath Prof. A. Pinner ergab sich für mich nun vor einiger Zeit die Anregung, zu untersuchen, ob sich Mineralschmieröl nicht auch in geringeren Mengen (bis zu wenigstens 5% herab) in Harzöl nachweisen ließe. Nach den bislang gewonnenen Erfahrungen schien bloße Beobachtung der Löslichkeit des zu untersuchenden Oeles — Farbenreaktionen hat das Mineralöl nicht — in einem Lösungsmittel, das sich gegen Harzöl und Mineralöl verschieden verhält, z. B. Alkohol, für den gedachten Zweck ebenso ungeeignet zu sein wie die bisher in dieser Beziehung versuchten Lösungsmittel, weil bei einem gewissen nicht zu hohen Gehalt an Mineralöl im Harzöl immer ein Punkt kommt, bei dem eine noch merkliche Menge Mineralöl in der Harzöllösung gelöst bleibt.

[1]) Der Portland-Cement und seine Anwendungen im Bauwesen. Jahrgang 1899 S. 96.

[2]) „Mittheilungen" 1884 S. 160. Das Verfahren beruht auf der Beobachtung der Löslichkeit der Harzöle im 10—15fachen Vol. einer Mischung von 10 Vol. Alkohol vom spez. Gewicht 0,8182 (bei 15 C°) und 1 Vol. Chloroform bei 23 C° und der Unlöslichkeit bezw. nur sehr geringen Löslichkeit des schweren Mineralöls in diesem Lösungsmittel.

Diese gelöst bleibende, also als Ausscheidung nicht erkennbare Menge Mineralöl mußte um so größer sein, je leichtsiedender oder leichtflüssiger das Mineralöl war.

Vorstehende Erwägungen führten mich schließlich dazu, festzustellen, ob sich nicht beim Versetzen der Auflösung eines Gemisches von Harzöl und wenig Mineralöl, z. B. einer alkoholischen Lösung, mit wenigen Wassertropfen ein gegenüber der ursprünglichen Probe an Mineralöl bedeutend angereichertes Gemisch von Harzöl und Mineralöl ausscheiden ließe. War dies der Fall, so mußte es voraussichtlich leicht sein, in dieser Ausscheidung (A) das Mineralöl an seinen dem Harzöl gegenüber ausgeprägten Eigenschaften, z. B. dem bedeutend geringeren Brechungskoeffizienten (im Nachfolgenden Br genannt) zu erkennen.

Eine Reihe hiernach angestellter Vorversuche (Tab. 1 und 2) mit 9 reinen Harzölen und 8 Mischungen von Harzölen mit je 5 und 10% verschiedenartiger Mineralschmieröle (Flüssigkeitsgrad Engler fe bei $20^0 = 8{,}7$ bis 42) ergab bis auf einen Fall[1]), der aber schließlich durch eine kleine Aenderung der Versuchsausführung auch zu dem gewünschten Ziel geführt wurde[2]), günstigere Resultate.

A. Vorversuche zum Nachweis geringer Mengen Mineralöl in Harzöl.

Tabelle 1. Reine Harzöle.

(4 ccm Harzöl in 6—9facher Menge Alkohol (96 Gew. %) gelöst mit Wasser bis zur Abscheidung von einem oder wenigen Oeltropfen versetzt. Brechungsexponent bei 15—16 C° bestimmt.)

Nr. des Harzöls	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Br der Fällung A	1,5375[1]) 1,5385	1,5420[2]) 1,5415	1,5390 1,5375	1,5430 1,5445	1,5490 1,5475	1,5395 1,5410	1,5410 1,5430	1,5385 1,5365	1,5450 1,5465

[1]) Kontrole $\frac{1{,}5365}{1{,}5385}$ [2]) Kontrole $\frac{1{,}5410}{—}$

Tabelle 2. Mischungen von Harzöl mit Mineralöl.

(4 ccm der Mischung mit der 9—12fachen Menge 96% Alkohol behandelt, im übrigen wie oben verfahren.)

Nr. des Harzöls		1		2		6		9	
Zugesetztes Mineralöl	Kennzeichnung	a Galizisches Oel		b Bakuin A A		c Russisches Oel		d Galizisches Oel	
	Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	16,5		41,9		23,1		8,7	
	% Mineralöl	5	10	5	10	5	10	5	10
Br der Fällung A		1,5285[1]) 1,5255	1,5210 1,5195	1,5195 1,5212	1,5175[2]) 1,5200	1,5285 1,5265	1,5072 1,5092	1,5385 1,5365	1,5265 1,5250

[1]) Kontrole $\frac{1{,}5288}{1{,}5255}$ [2]) Kontrole $\frac{1{,}5178}{1{,}5200}$

Die Versuchsausführung bei den Vorversuchen war folgende:

In Schüttelcylindern wurden bei + 15 C° je 4 ccm Oel in soviel 96prozentigem Alkohol, als gerade zur Auflösung nöthig war, gelöst[3]). Die Lösungen wurden mit wenigen

[1]) Gemisch von 95% Harzöl 9 mit 5% Mineralöl d s. Tab. 2.

[2]) S. Tab. 4 Harzöl 9 mit 5% Mineralöl.

[3]) Reine Harzöle brauchten 25—49 ccm Alkohol zur Lösung.

Tropfen Wasser bis zum Eintritt starker Trübung versetzt und dann der Ruhe überlassen. Nach Stehen der Mischung über Nacht wurde die klare Lösung abgegossen und der zurückbleibende Oeltropfen nach Abspülen mit wenig 96prozentigem Alkohol auf dem Refraktometer bei Zimmerwärme, die hier noch nicht näher bestimmt wurde, aber bei etwa 15 C° gelegen war, auf Brechungszahl geprüft.

Nach Tab. 1 und 2 hatten also bei reinen Harzölen die ausgeschiedenen Oeltropfen ebenso hohe Brechungszahlen, wie sie sonst bei reinen Harzölen gefunden werden (1,535—1,549), bei den Mischungen mit Mineralöl dagegen lagen die Zahlen erheblich unter dem niedrigsten Werth für reine Harzöle und zum Theil sogar nahe der oberen Grenze 1,507 für schwere Mineralöle (untere Grenze = 1,500). Nur bei Mischung 8 lag der Werth innerhalb der Grenzen für reines Harzöl.

Um auch in dieser Mischung, die wegen der sehr leichtflüssigen Beschaffenheit des zugesetzten Mineralöls naturgemäß die schwierigsten Nachweisbedingungen für letzteres darbot, dennoch das Mineralöl sicher nachzuweisen, löste ich 10 ccm der Mischung bei Zimmerwärme in 96prozentigem Alkohol und schied zunächst durch geringen Wasserzusatz und Stehenlassen der Lösung über Nacht kleine Oelmengen aus, die Br = 1,5360 (d. h. wiederum noch innerhalb der Grenzen von reinem Harzöl) zeigten. Diese Ausscheidungen wurden nochmals in einer Glasschale warm mit wenigen ccm 96prozentigem Alkohol verrieben. Der nach dem Erkalten zurückbleibende, von der darüber stehenden alkoholischen Lösung durch Abgießen befreite Oeltropfen zeigte Br = 1,5330, und dieser Werth ging schließlich nach nochmaligem Ausziehen des zurückgebliebenen Oeltropfens mit wenig Alkohol auf 1,5313 d. h. erheblich unter die niedrigste Harzölgrenze (1,5350) herab (s. Tab. 4).

Die alkoholischen Auszüge der beiden letzten Oelreste gaben nach dem Verdampfen des Alkohols ölige Rückstände, die Brechungszahlen wie reine Harzöle, nämlich 1,5393 und 1,538 besaßen.

Nach diesen günstig verlaufenen Vorversuchen hielt ich eine umfassende Prüfung des Verfahrens durch einen anderen Beobachter und die Festsetzung einer für alle Fälle gültigen Versuchsvorschrift für geboten.

Die Durchführung der hierzu erforderlichen Versuche (Tab. 3—6) hat in dankenswerther Weise Herr Dr. Stange übernommen. Zu den Versuchen wurde insbesondere auch eine beträchtliche Zahl solcher Proben reiner Harzöle und Mischungen mit je 5% Mineralöl hinzugezogen, deren Zusammensetzung dem Beobachter von vornherein nicht bekannt war (Tab. 6). In jedem Falle, auch bei der leichter flüchtigen Harzölessenz „Pinolen" und deren Mischungen mit Mineralölen wurde das richtige Ergebniß gefunden.

Die Versuchsausführung wurde bei den Versuchen Tab. 3—8 ähnlich der zuletzt unter Anwendung von 10 ccm Oel beschriebenen, wie folgt gewählt:

> „10 g Oel wurden in 90 ccm 96prozentigem Alkohol gelöst und unter Schütteln mit soviel Wasser versetzt, daß nach dem Absitzen der entstandenen Emulsion (erforderlichenfalls über Nacht) etwa 1 ccm Oel (Rückstand A) zur Abscheidung gelangte. A wurde mit 20 ccm 96prozentigem Alkohol bis zur Auflösung geschüttelt, und dann wurden durch Wasserzusatz und darauffolgendes Stehenlassen der Lösung (erforderlichenfalls über Nacht) einige Tropfen Oel zur Abscheidung gebracht. — Rückstand B. —"

B. Hauptversuchsreihen.

Tabelle 3. Reine Harzöle.

(10 ccm Oel wurden in 90 ccm 96prozentigem Alkohol gelöst, mit so viel Wasser versetzt, daß nach dem Absitzen etwa 1 ccm Oel abgeschieden war. (Fällung A.) Fällung A wurde mit etwa 20 ccm Alkohol von 96% geschüttelt, mit Wasser bis zur Abscheidung einiger Tropfen Oel (B) versetzt.)

Nr. des Harzöls .		1		5	8		10 (Pinolen)		11	12	13		14
Ursprüngliches Oel	C°	15	12	16	15	12	16	12	16	16	15	12	—
	Br	1,5365 1,5385	1,5400 1,5390	1,5525 1,5510	1,5400 1,5420	1,5423 1,5425	1,4985 1,4965	1,5015 1,5015	1,5405 1,5390	1,5415 1,5395	1,5465 1,5485	1,5500 1,5495	—
Fällung A	C°	15	—	16	15	—	16	—	16	16	—	—	—
	Br	1,5395 1,5370	—	1,5485 1,5470	1,5375[1] 1,5390	—	1,5295 1,5315	—	1,5395[2] 1,5375	1,5355 1,5375	1,5450 1,5435	—	—
Fällung B	C°	—	12	16	—	12	—	12	—	—	—	12	15,6
	Br	—	1,5400 1,5400	1,5490 1,5495	—	1,5405 1,5410	—	1,5428 1,5430	—	—	—	1,5468 1,5465	1,5370 1,5360

[1] $\frac{1,5370}{1,5365}$ bei 17,5 C° [2] $\frac{1,5390}{1,5405}$ bei 17,5 C°

Tabelle 4. Mischungen von Harzöl mit Mineralöl.

(Versuchsausführung wie bei Tab. 3 beschrieben.)

Nr. des Harzöls .		3						6			8		9
Zugesetztes Mineralöl	Kennzeichnung	a Galizisches Oel		e Galizisches Oel	f Galizisches Oel		g Nobel-Petroleum	h Spindelöl			e Galizisches Oel		d Galizisches Oel
	Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	16,5		4,02	13		—	12,6			4,02		8,7
	% Mineralöl	5		5	5		5	1			5		5
Ursprüngliche Mischung	C°	—	18	18	18	—	18	—	—	—	17	12,5	—
	Br	—	1,5400 1,5380	1,5400 1,5385	1,5400 1,5385	—	1,5400 1,5380	—	—	—	1,5355 1,5370	1,5410 1,5410	—
Fällung A	C°	14,5	18	18	18	13,5	18	—	—	—	—	12,5	15—16
	Br	1,5405 1,5405	1,5365 1,5380	1,5365 1,5385	1,5365 1,5385	1,5400 1,5495	1,5365 1,5380	—	—	—	—	1,5335 1,5335	1,5350[3] 1,5370
Fällung B	C°	14,5	—	—	—	13,5	—	15	15	16	17	12,5	15—16
	Br	1,5285	—	—	—	1,5315	—	1,5375	1,5160[1]	1,5270	1,5255 1,5235	1,5260	1,5320[3] 1,5340

[1] Zur Bestimmung dieses Werthes wurden 20 ccm des Oelgemisches mit 80 ccm 96prozentigem Alkohol geschüttelt, absitzen gelassen und das nicht Gelöste zweimal mit Alkohol und Wasser fraktionirt, so daß als letzte Fällung etwa 0,1—0,2 g Oel ausfielen.

[2] Fällung A nur in wenigen ccm 96proz. Alkohol in einer Glasschale warm verrieben, das zurückbleibende Oel (A) wurde nach dem Erkalten und Abgießen des Alkohols auf Br geprüft.

[3] Fällung B nochmals gelöst und wieder gefällt gab eine Fällung C vom Brechungsexponenten $\frac{1,5305}{1,5325}$.

Tabelle 5 (Forts. von Tab. 4).
(Versuchsausführung wie bei Tab. 3 beschrieben.)

Nr. des Harzöls . .		7						13				
Zugesetztes Mineralöl	Kennzeichnung	f				e		a		f		i
		Galizisches Oel						Galizisches Oel				Petroleum
	Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	13				4,02		16,5		13		—
	% Mineralöl	5				5		5		5		5
Mischung	C°	17,5	—	—	—	18	—	17	12,5	17	12,5	—
	Br	1,5470 1,5450	—	—	—	1,5470 1,5450	—	1,5430 1,5445	1,5475	1,5460 1,5440	1,5480	—
Fällung A	C°	17,5	16,5	15,5	14,5	18	15	—	12,5	—	12,5	—
	Br	1,5360 1,5380	1,5368 1,5375	1,5389 1,5377	1,5388 1,5388	1,5360 1,5380	1,5400	—	1,5363	—	1,5400	—
Fällung B	C°	15,7	—	—	14,5	—	—	17	12,5	17	12,5	15
	Br	(1,5345)	—	—	1,5280	—	—	1,5235 1,5230	1,5215	1,5260 1,5240	1,5230	1,5390

Tabelle 6.

Proben, deren Zusammensetzung dem Beobachter vor der Prüfung unbekannt war.
(Versuchsausführung wie bei Tab. 3 beschrieben).

Nr. des Harzöls		1			2		6			10 (Pinolen)	
Zugesetztes Mineralöl	Kennzeichnung	k Bakuin	l Kompressordl	m Korffusine	—	—	k Bakuin	l Kompressordl	m Korffusine	k Bakuin	l Kompressordl
	Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	5,7	6,3	40,9	—	—	5,7	6,3	40,9	5,7	6,3
	% Mineralöl	5	5	5	0	0	5	5	5	5	5
Ursprüngliches Oel	C°	12,5	12,5	12,5	15	15	15,5	15	15	16	16
	Br	1,5382	1,5375	1,5370	1,5420	1,5400	1,5400	1,5400	1,5399	1,5000	1,4990
Fällung B	C°	12,5	12,5	12,5	15	15	15,5	15	15	16	16
	Br	1,5275	1,5217	1,5132	1,5395	1,5380	1,5240	1,5221	1,5082	1,4972	1,4930
Auf Grund der Prüfung beurtheilt als		Gemisch	Gemisch	Gemisch	reines Harzöl	reines Harzöl	Gemisch	Gemisch	Gemisch	Gemisch	Gemisch

C. Nachprüfungen.

Tabelle 7. Reine Harzöle.
(Versuchsausführung wie bei Tab. 3 beschrieben.)

Nr. des Harzöls . .		1			2	6	7		8	10	11	13
Fällung A	C°	17	—	—	—	17	17	—	—	—	—	—
	Br	1,5365 1,5365	—	—	—	1,5403 1,5382	1,5429 1,5425	—	—	—	—	—
Fällung B	C°	18	19	21	20	18	18	21	21	21	21	20
	Br	1,5353 1,5347	1,5355 1,5350	1,5335 1,5340	1,5365 1,5375	1,5388 1,5383	1,5380 1,5375	1,5360 1,5360	1,5350 1,5345	1,5335 1,5335	1,5365 1,5370	1,5408 1,5402

Tabelle 8. **Mischungen von Harzöl mit Mineralöl.**
(Versuchsausführung wie bei Tab. 3 beschrieben.)

Nr. des Harzöls . .		1	6	7				13		
Zugesetztes Mineralöl	Kennzeichnung	d Galizisches Oel	n Russisches Oel	d Galizisches Oel	o Amerik. Oel	k Bakuin	p Russisches Oel	d Galizisches Oel	d Galizisches Oel	o Amerik. Oel
	Flüssigkeitsgrad bei 20 C°	8,7	23,1	8,7	—	5,7	13	8,7	8,7	8,8
	% Mineralöl	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Fällung B	C°	16	20	18	20	22	21	20	21	22,5
	Br	1,5262 1,5260	1,5150 1,5155	1,5252 1,5256	1,5235 1,5240	1,5180 1,5185	1,5135 1,5140	1,5325 1,5325[1])	1,5245 1,5240	1,5125 1,5135

[1]) Bei diesem Versuch betrug Fällung B (in Folge zu großen Wasserzusatzes) etwa 1/3 ccm.

Vorstehende Versuchsausführung wurde auch bei der späteren von Dr. Marcusso genommenen Nachprüfung des Verfahrens (Tab. 7 und 8) benutzt. Sie gestattete jeden von schwerem Mineralöl[1]) bis zu 1% herab zu erkennen.

Nach Vorstehendem möchte ich für jeden beliebigen Fall des Nachweises von M in Harzöl folgende Versuchsausführung empfehlen:

„10 ccm Oel werden in 90 ccm 96prozentigem Alkohol im Schüttelmeßcylin Zimmerwärme gelöst. Die Auflösung muß in einzelnen Fällen durch Schütteln unterstützt werden. Das Verbleiben ungelöster Spuren ist für den Gang der Prüfung ohne Bedeutung (Fall 1).

Bleiben beträchtliche Mengen Oel ungelöst (Fall 2), so ist ohne Weit Verdacht auf Gegenwart von größeren Mengen Mineralöl gegeben. Gewißhe über verschafft man sich nach genügendem Absitzenlassen der Mischung (über durch Untersuchung des abgesetzten und mit wenig 96prozentigem Alkohol abg Oeles auf Brechungskoeffizienten. Bei Gegenwart von Mineralöl beträgt die Bre zahl bei Zimmerwärme (15—20 C°) weniger als 1,5330. Man kann aber Zweifelsfällen das ausgeschiedene Oel wie nach Fall 1 weiter behandeln und

Im Fall 1 wird die alkoholische Lösung mit kleinen Mengen Wasser versetzt, bis eine starke milchige Trübung eintritt. Nach längerem Stehen (e lichenfalls über Nacht) wird die klare alkoholische Lösung von den niederge Oeltropfen A, die aber nicht mehr als 1 ccm einnehmen dürfen, abgegossen am Oel noch haften gebliebene Rest alkoholischer Lösung wird mit einige 96prozentigem Alkohols abgespült, worauf der zurückgebliebene Oelrest im S cylinder in 20 ccm 96prozentigen Alkohol bei Zimmerwärme gelöst wird. dieser Lösung werden wiederum durch Wasserzusatz und darauf folgendes Steh einige Oeltröpfchen (höchstens 3) abgeschieden, durch Abspülen mit Alkohol haftender Lösung befreit und durch Waschen mit heißem absoluten Alkohol kleines Glasschälchen gebracht. Nach Verdampfen des Alkohols und Abkühl zurückbleibenden Oeltröpfchens B auf Zimmerwärme (15—18 C°) wird der Bre koeffizient des Oeltropfens bestimmt.

Liegt Br unter 1,5330, so ist Mineralöl zugegen gewesen.

[1]) Bei Petroleum läßt das Verfahren im Stich, aber es reicht noch zum Nachweis der leichtesten Schmi

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berli

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

ten

eft.

uweſen
latten“
len, die
verden.
mmen-
heidend
immer
ſchaften
s Ver-
olatten,
ktions-
gegen
o man
Zit der
nik iſt
gedeckt
le ein-
wie die

en der

Eiſen-
geſiebt;
heißem
lig um-
on den
rkſtein-
Binde-
e 1883

Nr. des

Zugese

Miner

Füllung

genom

von sch

in Har

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIX. Jahrgang. **1901.** Zweites Heft.

1. Prüfung und Eigenschaften von Baukörpern aus Kork.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Für Isolirungszwecke findet namentlich in der Kälteindustrie, aber auch im Bauwesen ein Baustoff vielfache Verwendung, der unter der Bezeichnung „Korksteine“ oder „Korkplatten“ in den Handel kommt. Es sind zumeist plattenförmige Körper, hergestellt aus Korkabfällen, die mit irgend einem Bindemittel oder auch ohne solches durch Wärme unter Druck vereinigt werden. Die Art des Bindemittels oder die Art der Vereinigung der Korktheilchen zu einem zusammenhängenden Körper und die Herstellung sowie die Größe der angewendeten Pressung sind entscheidend für die Art und die Verwendbarkeit der Körper. Das Korkmaterial ist im wesentlichen immer dasselbe, von der Rinde der Korkeiche herrührend. Ueber seine Gewinnung und Eigenschaften giebt ein Vortrag von Dr. F. Nafzger, der kürzlich im Hamburger Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker[1]) gehalten wurde, Aufschluß. Bei der Verarbeitung der Korkrohplatten, wie sie vom Baume geschält werden, bleiben etwa 50—60% Abfälle, die an den Produktionsorten der Korkindustrie in ihren großen Massen (1898 wurden in Deutschland allein gegen 110000 Doppelcentner Korkplatten verarbeitet) bald sehr lästig wurden, jetzt aber, wo man sie zu verwerthen gelernt hat, ein gesuchtes und werthvolles Material darstellen. Mit der Ausdehnung der Linoleumindustrie und den Fortschritten der Heizungs- und Kältetechnik ist der Bedarf an solchen Abfällen so groß geworden, daß er aus dem Inlande nicht mehr gedeckt werden kann. 1898 wurden in Deutschland etwa 100000 Doppelcentner Korkabfälle eingeführt, deren Verarbeitung zu einem ebenso bedeutenden Erwerbszweige geworden ist, wie die der natürlichen Korkstücke.

Nächst der Linoleumfabrikation bedarf die Fabrikation der künstlichen Korkplatten der größten Mengen von Korkabfällen.

Die zu Ballen zusammengepreßten Abfälle werden zunächst von Holz, Steinen und Eisentheilen befreit, in besonderen Mühlen geschrotet und auf die gewünschte Korngröße abgesiebt; dann wird das Korkschrot im richtigen Verhältniß der Körner gemischt und zumeist auf heißem Wege mit dem Bindemittel so lange vermengt, bis jedes Korkstückchen vom Bindemittel völlig umhüllt ist. Die Art dieses Bindemittels und das Verfahren der Zubereitung wird von den meisten Fabriken streng geheim gehalten. Dr. Grünzweig, der erste Erfinder der Korksteinindustrie, will gewisse Fabrikate, Konglomerate aus zerkleinertem Kork mit beliebigem Bindemittel von der Benennung „Korkstein“ ausschließen, z. B. auch den von ihm im Jahre 1883

[1]) Baumaterialienkunde 1900 S. 326.

durch D. R.-P. 23765 geschützten „künstlichen Kork", hergestellt aus zerkleinertem Kork und heißem Kleister event. mit kleinem Zusatz von Leinöl und Theer. Er nimmt den Namen „Korkstein" nur für ein ganz bestimmtes Baumaterial in Anspruch, in welchem der Kork als Grundstoff in einen Zustand übergeführt ist, in welchem er die allgemeinen Eigenschaften eines wirklichen Bausteines zeigt, sich mit beliebigem Mauermörtel zusammensetzen und ohne jedes Zwischenglied verputzen läßt[1]). Als Mörtel zum Vermauern der Korksteine werden Gips, Gipsmörtel, Cement, Cementmörtel, in besonderen Fällen Pech und Asphalt benutzt.

Im Jahre 1880 führte die Firma Grünzweig & Hartmann den Korkstein mit dem D. R.-P. Nr. 13107 ein. In dieser Patentschrift war das Erzeugniß richtiger, aber umständlicher „künstlicher Stein mit Hilfe von Kork" genannt. Als Bindemittel diente hauptsächlich Thon und Kalk. Der Thon bewirkte die Bindung, während der Kalk die Aufgabe hatte, die Thontheilchen durch Umhüllen gegen das Ablösen vom Kork durch Wasser zu schützen. Naturgemäß saugte dieser Stein beträchtlich Wasser an und war die Bindefähigkeit des Thon-Kalkgemisches gering. Dieser Uebelstand wurde 1891 durch das „Verfahren zur Herstellung von Korksteinen" D. R.-P. Nr. 68532 behoben.

Bei diesem dient als Bindemittel eine wässerige Emulsion von möglichst fettem Thon mit Theer, wobei nach dem Trocknen der Korksteine bei etwa 150 C° der flüchtige Theil des Theerpeches entfernt wird.

In neuerer Zeit beschäftigen sich neben der Firma Grünzweig & Hartmann noch eine ganze Reihe anderer Firmen mit der Herstellung von Korksteinen, welche ähnliche oder andere Bindemittel benutzen.

Aus dem Jahre 1892 sind noch 2 Patente zu erwähnen, von denen das eine (D. R.-P. Nr. 70159 von J. T. Smith) die Korkabfälle durch Pressen in der Wärme vereinigen will. Nach dem anderen Patent von G. Hagemann (D. R.-P. Nr. 66240) werden die Korkabfälle mit einer Lösung von Schießbaumwolle in Aether und Alkohol getränkt. Die Mischung bleibt in den Formen so lange lagern, bis ein großer Theil des Lösungsmittels verdunstet ist und die Masse beim Oeffnen der Form ihre Gestalt behält (4—6 Tage). Die hierzu benutzten Formen sind, um das Verdunsten zu erleichtern, durchlocht und mit Drahtgewebe ausgekleidet.

Die eigentlichen Korksteine, die vermauert werden können, werden in Hebel- oder hydraulischen Pressen unter ganz bestimmtem Druck zu ziegelähnlichen Körpern verdichtet. Die Preßlinge werden auf Hürdenwagen gesetzt und — meist in Kanalöfen — getrocknet. Nach $1^1/_2$ bis 2 Tagen sind die Preßlinge trocken und werden nun häufig noch in geschmolzenen Asphalt getaucht, ein Verfahren, was auch auf der Baustelle noch vorgenommen werden kann.

Derartig hergestellte Korksteine finden im wesentlichen mit Erfolg Verwendung für freitragende Wände und unbelastete Gewölbe[2]), als Wärmeschutzmittel zur Herstellung von Isolirschichten unter Dächern von Fabrikräumen und Werkstätten, zur Unterpflasterung kalter Fußböden, bei Anlage von Holzcementdächern, zur Verkleidung kalter Zimmerwände, z. B. Fensterbrüstungen, zur Verkleidung der Umfassungswände von Speisekammern, Eisräumen, Heizkammern, Bierkellern, Trockenkammern, Desinfektionsräumen u. s. w., zur Ummantelung von Schornstein-

[1]) Baumaterialienkunde 1900 S. 396.

[2]) Ueber Belastungsversuche mit Gewölbekappen aus Korksteinen giebt ein von Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen a. Rh. bei Gelegenheit der bayrischen Industrie-, Gewerbe- und Kunstausstellung zu Nürnberg 1896 herausgegebenes Büchlein Aufschluß.

röhren, langen Füchsen, Warmluftkanälen, Dampf- und Wasserröhren, zur Abdeckung von Dampfkesseln u. s. w., zur Abhaltung von Wandfeuchtigkeit unter bestimmten Bedingungen, als Unterlagen für Maschinen zur Dämpfung des Geräusches und zu mancherlei anderen Zwecken mehr.

Eine Haupteigenschaft aller künstlichen Steine aus Kork ist ihr geringes Gewicht. Das specifische Gewicht des Korkes ist 0,23—0,25, das der Korksteine schwankt naturgemäß je nach Art des Rohmaterials und des Fabrikationsverfahrens.

Nach Angabe der Firma Grünzweig & Hartmann wiegt ein sachgemäß hergestellter Normalstein 25 · 12 · 6,5 cm rund 500 g. Danach gehen auf einen Waggon von 10 000 kg etwa 19 000 Korksteine normaler Größe und

Korkplatten	6	cm	dick	etwa	600 qm
„	5	„	„	„	700 „
„	4	„	„	„	900 „
„	3	„	„	„	1250 „

Die Prüfung der weiteren Eigenschaften der künstlichen Korkplatten hat sich in der Versuchsanstalt in allen Fällen den Wünschen der Antragsteller und nach Möglichkeit dem Verwendungszweck angepaßt. Sie erstreckte sich auf Gewichtsbestimmung, Druckfestigkeit, Formänderung und elastisches Verhalten unter Druck, Biegefestigkeit, Wasseraufnahmefähigkeit und Schwindungsvermögen in der Wärme.

An je einer Sorte Korkplatten ist immer nur eine oder sind nur einige dieser Eigenschaften bestimmt worden, so daß bedauerlicher Weise ein voller Vergleich der einzelnen Sorten unter einander nicht möglich geworden ist. Bei dem geringen Umfange der Literatur über die Eigenschaften der sogenannten Korksteine und mit Rücksicht auf deren steigende Verwendung dürfte es aber immerhin interessiren, die gefundenen Prüfungs-Ergebnisse mitzutheilen, wobei die Nennung der Erzeuger der Körper vermieden werden soll. Dabei sei dem Bedauern Ausdruck gegeben, daß Versuche über die Isolirfähigkeit der Korksteine gegen Wärme und Schall bisher mangels geeigneter Einrichtungen nicht ausgeführt werden konnten. Für später sind auch derartige Versuche in Aussicht genommen.

1. Druckfestigkeit und Biegefestigkeit.

Die Versuche auf Druckfestigkeit und Biegefestigkeit wurden in der allgemein üblichen Weise ausgeführt, und zwar erstere an ganzen Steinen zwischen ebenen Eisenplatten ohne Abgleichung der Korksteinflächen, letztere an frei auf Schneiden liegenden Stäben oder Platten mit Einzellast in der Mitte. Die Ergebnisse der an 5 Korksteinsorten verschiedenen Ursprungs und alter und neuer Herstellungsweise angestellten Versuche enthält Tab. 1.

Die Ergebnisse Tab. 1 beweisen, daß trotz der verschiedenen Herstellungsweise der Steine und trotz ihrer besonderen Eigenschaften, die durch die weiter unten mitgetheilten Versuche zum Theil noch zum Ausdruck kommen, sowohl Druckfestigkeit wie Biegefestigkeit innerhalb verhältnißmäßig kleiner Grenzen schwanken und nur gering sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß völlige Zerstörung durch Druck zwischen ebenen Platten bei den meisten auf die flache Seite gedrückten Korksteinen nicht zu erreichen ist. Die Steine drücken sich zusammen, bauchen sich seitlich aus, erhalten auch wohl an den ausgebauchten Flächen Risse, verdichten sich aber im übrigen unter dem wachsenden Druck mehr und mehr, bis das völlige Aneinanderliegen aller auf die geringste Höhe zusammengepreßten Korktheilchen erreicht ist, die vermöge ihrer großen Reibung an den

Tabelle 1. **Prüfung von Korksteinen auf Druckfestigkeit und Biegefestigkeit.**

Korkstein	Farbe	Abmessungen Länge	Breite	Höhe	Gewicht im Anlieferungs-Zustand	Raumgewicht	Druckversuch: Abmess. der Versuchsstücke im Mittel	Gedr. Fläche	Druckfestigkeit	Beobachtungen beim Druckversuch	Bruchhöhe bezogen auf das Gewicht der Steine im Anlieferungszustand	Biegeversuch: Abmess. der Versuchsstücke im Mittel	freie Länge l	Belastung bei der Zerstörung	Biegefestigkeit
		Centimeter			kg		cm	qcm	kg/qcm		m	cm	cm	kg	kg/qcm
A	dunkelbraun	24,5—25,2	11,5—12,0	5,9—7,2	0,522	0,27	25 · 12 · 6,5	300	9	Mit steigender Belastung Zusammendrückung u. seitliche Ausbauchung bis zur Rißbildung und Zerstörung	336	25 · 12 · 6,3	20	35	2,..
B	grün	10,5	10,5	10,4	0,530	0,46	10,5 · 10,5 · 10,4	110,25	14	Desgl. Höhe der Proben unter der Bruchlast 8,4 cm, 24 Std. nach der Entlastung 9,5 cm	303	—	—	—	—
C	dunkelgrau	26	12,5	6,7	0,518	0,24	26 · 12,5 · 6,7	325	17	Völlige Zerstörung trat nicht ein	715	26 · 31 · 4,2	24	92	7,2
D_1	schwarz	25,5	12,0	7,0	0,754	0,35	—	—	—	—	—	25,5 · 12,0 · 7,0	23	140	8,2
E	grauschwarz	25,0	12,0	4,0	0,349	0,29	—	—	—	—	—	25,0 · 12,0 · 4,0	23	34	6,1

Druckplatten parallel mit den Druckflächen nicht ausweichen können und damit die völlige Zerstörung der Platte verhindern.

Diese Eigenschaft befähigt die Korksteine, verhältnißmäßig große Drucklasten zu übertragen; ihre Verwendung zu schalldämpfenden und elastischen Zwischenlagen z. B. unter Eisenbahnbrücken ist hiervon wesentlich abhängig.

2. Zusammendrückbarkeit.

Versuche auf Zusammendrückbarkeit unter verschiedenen Belastungen sind wiederholt auf Antrag ausgeführt worden. Einige Ergebnisse solcher Versuche sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die obere Reihe enthält für jedes Material die Spannungen P bezogen auf die Flächeneinheit und die untere fett gedruckte Reihe die Zusammendrückung E in % der ursprünglichen Höhe der Versuchskörper. Die Kurven, welche sich ergeben, wenn man die Spannungen als Ordinaten und die zugehörigen procentualen Zusammendrückungen als Abscissen aufträgt, enthält Figur 1.

Die Versuche zeigen, daß für die Zusammendrückbarkeit der Platten keineswegs das Verhältniß der gedrückten Fläche zur Dicke der Platten entscheidend ist, sondern daß — innerhalb der durch die Versuche festgelegten Grenzen — die Dicke der Platten den wesentlichsten Einfluß besitzt.

Die Zusammendrückbarkeit ist bei gleicher Spannung bei den drei Plattensorten F, D, E im trockenen Zustande fast gleich, sie verläuft in regelmäßiger Kurve wie Fig. 1 zeigt. Die Zusammendrückbarkeit scheint deshalb von dem Bindemittel ziemlich unabhängig und in erster Linie von den Korkspähnen beeinflußt zu sein. Deshalb werden auch die Platten im Wasser bildsamer (D_1 und D_2 Fig. 1), eine Eigenschaft, die ja auch bei dem natürlichen Kork bekannt ist und technisch verwerthet wird (Flaschenkorke).

Tabelle 2. Zusammendrückbarkeit von künstlichen Korkplatten.

Die Zahlen sind Mittelwerthe aus je 10 Versuchen.

Δ Nr. Korkstein	Farbe	Abmessungen Länge	Breite	Höhe (Centimeter)	f in qcm	$\frac{\sqrt{f}}{l}$	Gewicht in kg im Auslieferungszustande	Gewicht in kg nach dem Trocknen	Raumgewicht	Mittlere Höhe vor den Versuchen in mm		Spannungen P, Höhenverminderung d und Zusammendrückung E in % der ursprünglichen Höhe unter den folgenden Belastungen in kg: 500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	Höhe in mm sofort	Höhe in mm 24 Std. nach der Entlastung	Bemerkungen
F	schwarz	14,6	7,0	4,2	102	2,4	0,112	0,108	0,26	42	P	4,9	9,8	14,7	19,5	24,5	29,4	39,2	48,8	58,8	68,6	78,5	88,2	98,0	23,9	30,9	Bei etwa 1000 kg begannen die Proben sich auszubauchen; bei etwa 1500 kg brachen d. ausgebauchten Seiten theilweise oder vollständig heraus. Die Zerstörung begann an den trockenen (etwas mürben und höckerigen) Stellen.
											d	4,1	11,6	18,3	21,3	24,4	25,4	26,9	27,9	28,7	29,2	29,7	30,2	30,7			
											E	9,8	27,6	43,6	50,7	58,1	60,5	64,0	66,4	68,3	69,5	70,7	71,9	73,1			
D_1	schwarz	25,5	12,0	7,0	306	2,5	0,725	0,717	0,35	70	P		3,3	4,9	6,5	8,2	9,8	13,1	16,3	19,6	22,9	26,2	29,4	32,7	34,4	56,8	Bei Steigerung der Belastung über 15 t konnte unter fortschreitender Höhenverminderung noch Zerstörung der Proben festgestellt werden.
											d		1,8	4,5	10,2	14,7	21,3	29,1	32,7	35,7	38,7	40,1	41,5	42,7			
											E		2,6	6,4	14,6	21,0	30,4	41,6	46,7	51,0	55,3	57,3	59,3	61,0			
																				11000	12000	13000	14000	15000			
											P									35,9	39,2	42,5	45,8	49,0			
											d									43,4	44,0	44,7	45,1	45,1			
											E									62,0	62,9	63,9	64,4	64,4			
D_2	schwarz	25,5	12,0	7,0	306	2,5	0,725	0,717	0,35	70	P		3,3	4,9	6,5	8,2	9,8	13,1	16,3	19,6	22,9	26,2	29,4	32,7	44,4	65,7	Desgl. Dieselbe Steinsorte wie unter 2, aber nicht im trockenen, sondern im wassersatten Zustande gedrückt.
											d		4,8	10,6	19,8	24,7	28,6	33,2	39,6	41,8	43,4	44,4	45,9	46,7			
											E		6,9	15,1	28,3	35,3	40,9	47,4	56,6	59,7	62,0	63,4	65,6	66,7			
																				11000	12000	13000	14000	15000			
											P									35,9	39,2	42,5	45,8	49,0			
											d									47,3	48,0	48,6	49,1	49,3			
											E									67,6	68,6	69,4	70,1	70,4			
E	grau-schwarz	25,5	12,0	6,5	306	2,7	0,619	0,612	0,31	65	P		3,3	4,9	6,5	8,2	9,8	13,1	16,3	19,6	22,9	26,2	29,4	32,7	39,5	51,0	Unter etwa 4000 kg Belastung trat Ausbauchung der Seitenflächen ein, und unter etwa 5000 kg begannen die Seitentheile abzubröckeln.
											d		1,2	2,7	5,3	11,4	16,5	24,2	30,4	33,6	35,8	37,3	38,5	39,3			
											E		1,8	4,2	8,2	17,5	25,4	37,2	46,8	51,7	55,1	57,4	59,2	60,5			

3. Elastisches Verhalten.

Bei den vorhergehenden Versuchen wurde nicht beobachtet, in wie weit die Korkplatten unter wechselndem Druck bleibende Formänderungen erleiden, oder ob sie nach Aufhebung des Druckes sogleich oder innerhalb gewisser Zeit ihre frühere Gestalt wieder annehmen.

Derartige Versuche sind für gewisse praktische Zwecke von besonderem Interesse, konnten aber leider erst mit zwei Korksteinsorten ausgeführt werden, die in Plattenform eingereicht wurden.

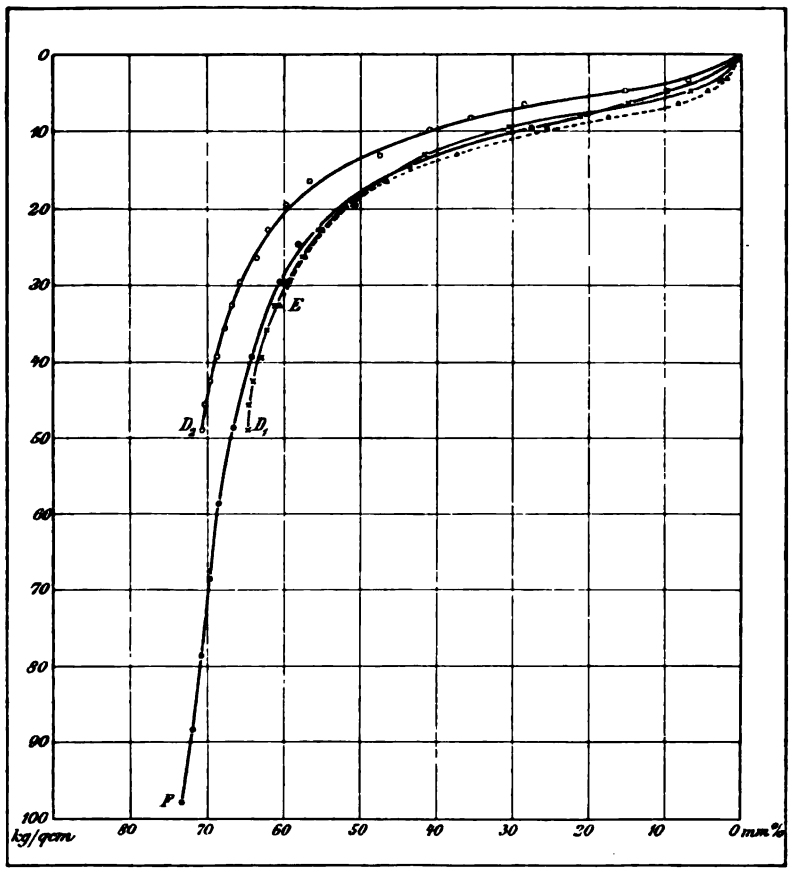


Fig. 1. Zusammendrückbarkeit von Korkplatten nach Tab. 2.
Als Abscissen sind die Höhenverminderungen in % der ursprünglichen Höhe, als Ordinaten die entsprechenden Spannungen P in kg/qcm aufgetragen.

Die in Tab. 3 mit H und I bezeichneten Platten sollten von einer Eisenbahnverwaltung als Unterlagen zwischen Brückenträgern und Holzquerschwellen benutzt werden, um das Geräusch der überrollenden Züge zu dämpfen. Der bauleitende Beamte wünschte festzustellen, ob die Platten einem Druck von 30 kg/qcm widerstehen, ohne bleibende Formänderungen oder Zerstörung zu erleiden. Da vorauszusehen war, daß die Korkplatten, der Art des Materiales entsprechend, bei der Druckbeanspruchung zwischen zwei ebenen Eisenplatten schon unter relativ geringen Lasten merkbare Zusammendrückungen erfahren würden, wurde die Beanspruchung mit langsam steigender Last und die Messung der Zusammendrückung in verschiedenen Laststufen vorgenommen. Die Messungen erfolgten gleichzeitig an beiden Enden der Platten mit Hülfe leichter Tasthebel, die die Ablesung von $^1/_{10}$ mm Zusammendrückung und die Schätzung von $^1/_{100}$ mm gestatteten.

Von jeder Plattensorte standen 2 Versuchsstücke zur Verfügung.

Die Ergebnisse der Versuche enthält die Tab. 3. Die beiden Platten gleicher Art stimmten in ihrem Verhalten gut miteinander überein. Den Verlauf der Formänderung der

Tabelle 3. Ergebnisse der Prüfung von Korkplatten auf Tragfähigkeit im lufttrockenen Zustande.

Platten	Versuch Nr.	Abmessungen der Versuchsstücke in mm: Länge	Breite	Dicke	Belastete Fläche f qcm	Gewicht der Proben g		Spannungen P in kg pro qcm, Höhenverminderung d in mm und Zusammendrückung E und Wiederausdehnung — E in % der ursprünglichen Höhen bei nachfolgenden Belastungen und Wiederentlastungen in kg: 500	1000	3000	5000	7000	10000	13000	16000	20000	25000	Dicke der Platten nach der Entlastung: sofort	24 Stdn.	Bleibende Höhenverminderung in mm
H	1	247	178	26	439,7	579	P	1,1	2,3	6,8	11,4	15,9	22,7	29,6	36,4	45,5	56,9			
							d		0,07	0,63	1,26	1,91	3,0	4,13	5,13	6,40	7,44			
							E		0,3	2,4	4,8	7,3	11,5	15,9	19,7	24,6	28,6	24,0	25,2	0,8
							bei steigend. Last													
							−E	10,5	12,6	18,1	20,9	23,0	24,9	26,3	27,0	28,1				
							bei wieder fallend. Last v. 25000 kg abwärts													
H	2	248	179	26	443,9	603	P	1,1	2,3	6,8	11,3	15,8	22,5	29,3	36,0	45,1	56,3			
							d		0,19	0,76	1,28	2,04	2,99	4,02	5,0	6,11	7,26			
							E		0,7	2,9	4,9	7,8	11,5	15,5	19,2	23,5	27,9	24,0	25,5	0,5
							bei steigend. Last													
							−E	10,1	12,2	17,3	20,1	22,0	24,1	25,3	26,3	27,2				
							bei wieder fallend. Last v. 25000 kg abwärts													
I	1	253	176	25	445,3	383	P	1,1	2,2	6,7	11,2	15,7	22,5	29,2	36,9	44,9	56,1			
							d		0,43	2,88	5,43	7,39	8,99	9,96	10,70	11,44	12,34			
							E		1,7	11,5	21,7	29,6	36,0	39,8	42,8	45,8	49,4	21,0	24,2	0,8
							bei steigend. Last													
							−E	23,2	28,7	38,6	41,8	43,8	45,5	46,7	47,7	48,8				
							bei wieder fallend. Last v. 25000 kg abwärts													
I	2	251	177	25	444,3	372	P	1,1	2,3	6,8	11,3	15,8	22,5	29,3	36,0	45,0	56,3			
							d		0,42	3,01	5,97	7,58	9,21	10,18	10,89	11,7	12,48			
							E		1,7	12,0	23,9	30,3	36,8	40,7	43,6	46,8	49,9	21,0	24,5	0,5
							bei steigend. Last													
							−E	22,8	29,0	39,0	42,2	44,2	46,1	47,3	48,2	49,1				
							bei wieder fallend. Last v. 25000 kg abwärts													

Kalksteinsorten H und I, der bei beiden Sorten sehr verschiedenartig ist, sowohl bei steigender Belastung (starke Linien) als bei der Entlastung (schwache Linien) zeigen die Linienzüge in Figur 2.

Bei der Sorte H, die sich härter anfühlte als I ist die Zusammendrückung nahezu proportional der aufgebrachten Last; bei der Sorte I folgt sie einem anderen Gesetz, nimmt namentlich Anfangs mit der steigenden Last schneller zu. Wahrscheinlich sind die Platten I unter geringerem Druck hergestellt worden.

Beide Sorten nehmen bei Verminderung der Belastung zunächst langsam, dann schneller an Dicke wieder zu, haben aber nach 24 Stunden noch eine (scheinbar bleibende) Zusammendrückung um etwa 0,6 mm.

Zerstörungserscheinungen wiesen die Platten, nachdem sie 25000 kg Gesamtlast = etwa 57 kg/qcm ausgesetzt waren, nicht auf. Sie würden also die ihnen zugedachte Beanspruchung von 30 kg/qcm ohne Gefahr ertragen.

4. Wasseraufnahmevermögen.

Ueber das Verhalten guter Korksteine gegen Wasser ist allgemein zu bemerken, daß der auf dem Wasser schwimmende Stein von der Berührungsfläche aus sich nur einige mm hoch voll Wasser saugen soll. Taucht man ihn unter, so soll er sich mit Wasser sättigen aber nicht seinen Zusammenhang einbüßen, auch ohne Veränderung wieder abtrocknen. Hierfür ist die Art des Bindemittels entscheidend. In der Regel sollen Korksteine trocken gelagert zur

Verwendung kommen, da aber, wo die Berührung mit Wasser nicht zu vermeiden ist, z. B. in Eiskellern wird er durch Einsetzen in geschmolzenes Pech oder durch Lagen von Dachpappe oder Holzcement gegen Aufnahme von Feuchtigkeit geschützt. Das oberflächliche Tränken mit Theer führt nicht völlig zum Ziele, deshalb werden neuerdings Steine, die gegen Wasser ganz unempfindlich werden sollen, im Vakuum mit Theer getränkt.

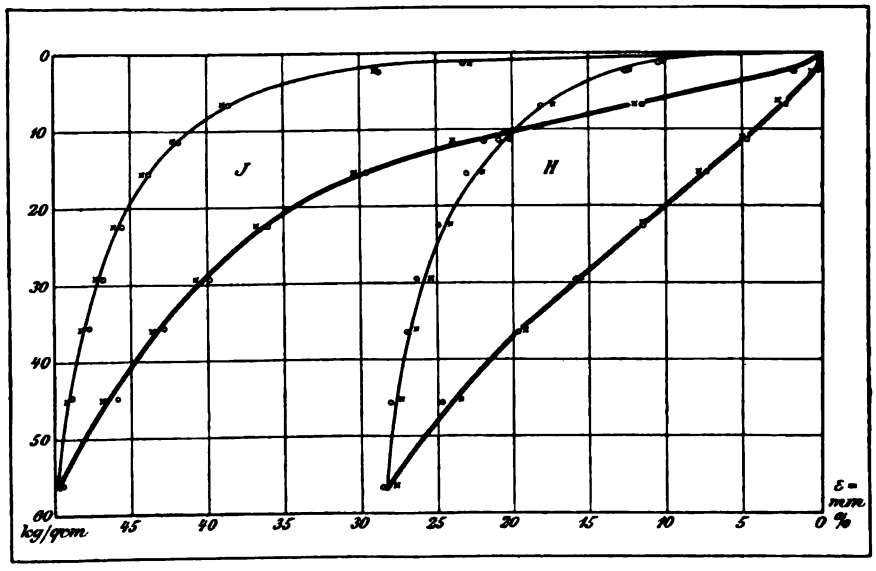


Fig. 2. Höhenverminderung von zwei Korksteinplatten unter Druck nach Tab. 3.

Je nach der Art ihrer Herstellung und Behandlung sind die Korksteine mehr oder weniger hygroskopisch. Wenn die einzelnen Theilchen nicht völlig mit wasserundurchlässigen Stoffen umhüllt sind, nehmen die Steine schon an der Luft Wasser auf.

Das ist in der Versuchsanstalt an zwei Korksteinsorten, einer helleren und einer dunkleren in den Abmessungen 10 · 10 · 4 cm festgestellt worden. Die erstere nahm nach dem Trocknen 4,9 % ihres Gewichtes oder 1,2 % ihres Raumes, die letztere 1,9 % ihres Gewichtes oder 0,4 % ihres Raumes an Feuchtigkeit auf, ohne daß sie besonders feuchter Atmosphäre ausgesetzt wurden.

Der Grad der Feuchtigkeitszunahme ist aus Tab. 4 ersichtlich.

Mit einer anderen fast schwarz gefärbten Korksteinsorte D mit den mittleren Abmessungen 25,5 · 12,0 · 7,0 cm wurden Wasseraufnahmeversuche ausgeführt, indem die Steine zuerst bis zu gleichbleibendem Gewicht getrocknet, dann unter Wasser getaucht wurden. Die Trocknung konnte nur bei etwa 45 C° Wärme ausgeführt werden, da sich bei höherer Wärme Theergeruch bemerkbar machte und sich das Bindemittel zu erweichen begann.

Nach 3 Tagen war Gewichtsgleichheit eingetreten. Innerhalb der ersten 24 Stunden unter Wasser lösten sich bereits einzelne kleine Korktheilchen von den Steinen ab, während das Wasser sich bräunlich färbte. Nach 1 Monat Wasserlagerung zeigten die Proben keine weitere merkliche Veränderung.

Die Ergebnisse dieser Wasseraufnahmeversuche enthält Tab. 5 unter D_1.

Diese Ergebnisse erweckten bei dem Antragsteller die Vermuthung, daß das Trocknen bei etwa 45 C° Wärme wahrscheinlich eine Erweichung und theilweise Verflüchtigung des harzigen

Tabelle 4. **Feuchtigkeitsaufnahme der Korksteine G beim Lagern an der Luft.**

Abmessungen der Proben I 10 • 10 • 4 cm, der Proben II 10 • 10 • 4,5 cm.

Versuch Nr.	Gewicht in g					
	Nach dem Trocknen	nachdem die Proben				
		5	24	48	96	120
		Stunden an der Luft gelagert hatten				
Feuchtigkeit der Luft	57 %	58 %	62 %	68 %	74 %	43 %
Wärme der Luft	21 C°	23 C°	21 C°	20 C°	18 C°	20 C°
G helle Sorte; „I" r = 0,52						
1	199,21	201,10	204,96	206,65	208,85	208,93
2	204,21	206,10	209,91	211,66	213,92	214,02
3	198,11	200,10	204,15	206,02	208,32	208,35
Mittel	200,51	202,43	206,34	208,11	210,36	210,43
Gewichtszunahme in % des ursprüngl. Gewichts	—	1,0	2,9	3,8	4,9	4,9
G dunkle Sorte; „II" r = 0,25						
1	112,22	113,22	114,15	114,32	114,60	114,42
2	110,18	111,19	112,10	112,27	112,52	112,35
3	113,32	114,30	115,20	115,37	115,60	115,45
Mittel	111,91	112,90	113,82	113,99	114,24	114,07
Gewichtszunahme in % des ursprüngl. Gewichts	—	0,9	1,7	1,9	2,1	1,9

Bindemittels der Steine zur Folge gehabt und dadurch die Wasseraufnahmefähigkeit vermehrt habe. Die Versuche wurden daher derart wiederholt, daß die Steine nicht getrocknet, sondern nur durch Lagern an der Luft auf annähernd gleichbleibenden Feuchtigkeitsgrad gebracht wurden. Die Luftwärme betrug etwa 22 C° und die Feuchtigkeit der Luft schwankte zwischen 53 und 55 %. Auch die Ergebnisse dieser Versuche enthält Tab. 5 unter D_2. Sie beweisen, daß das Trocknen bei 45 C° die Wasseraufnahmefähigkeit der Steine nicht wesentlich beeinflußt hat. Auch bei diesen Versuchen lösten sich Korktheilchen von den Proben los und färbte sich das Wasser bräunlich.

Tabelle 5. **Wasseraufnahme von Korksteinen.**

Korkstein	Farbe	Abmessungen Centimeter			Gewicht g			Wasseraufnahme		Raumgewicht	
					beim Eintreffen	nach dem Trocknen	nach der Wassersättigung	der Probe g	in % des Trockengewichts	des trocknen	des nassen
D_1	schwarz	25,5	12,0	7,0	725	717	1003	286	40	0,33	0,47
D_2 [1])	schwarz	25,5	12,0	7,0	770	769[1])	1047	278	36	0,36	0,49
E	grauschwarz	25,0	12,0	6,5	619	612	1002	390	64	0,31	0,51
F	schwarz	14,6	6,7	4,2	108	107	229	122	114	0,26	0,56

[1]) Dieselbe Steinsorte, wie unter D_1 geprüft, aber nicht getrocknet, sondern nur 150 Stunden an der Luft im Zimmer bei 22 C° Wärme und 53—55 % Luftfeuchtigkeit gelagert, bevor sie mit Wasser gesättigt wurde.

Tabelle 6. **Wasseraufnahme**

Korkstein	Farbe	Abmessungen Länge	Breite	Höhe (Centimeter)	Gewicht g beim Eintreffen	nach dem Trocknen	Gewicht der Steine 5	24	48	72	96
G	graubraun	10	10	4,0	210,4	—	250,6	262,5	275,2	282,9	284,2
	bläulichbraun	10	10	4,5	114,1	—	146,7	156,2	168,6	180,9	184,7
E	grauschwarz	25	12	6,5	620,0	608,0	—	784	—	770	—

Mit einer dritten E und vierten Korksteinsorte F wurden ähnliche Versuche ausgeführt, deren Ergebnisse in Tabelle 5 zusammengestellt sind. Man sieht, daß verschiedene Korksteine recht beträchtliche Unterschiede in Bezug auf Wasseraufnahmevermögen aufweisen, selbst bei annähernd gleichem Raumgewicht. Die Art des Bindemittels und die Art der Mischung der Korkspähne mit dem Bindemittel ist hierfür entscheidend.

Wasseraufnahme beim Schwimmen.

An drei Steinsorten sind Versuche gemacht worden, in welcher Zeit Korksteine Wasser aufnehmen und wie viel, wenn man sie auf Wasser schwimmen läßt, nicht untertaucht. Die Ergebnisse dieser Versuche enthält Tab. 6 und Fig. 3. Die beiden ersten parallel ausgeführten

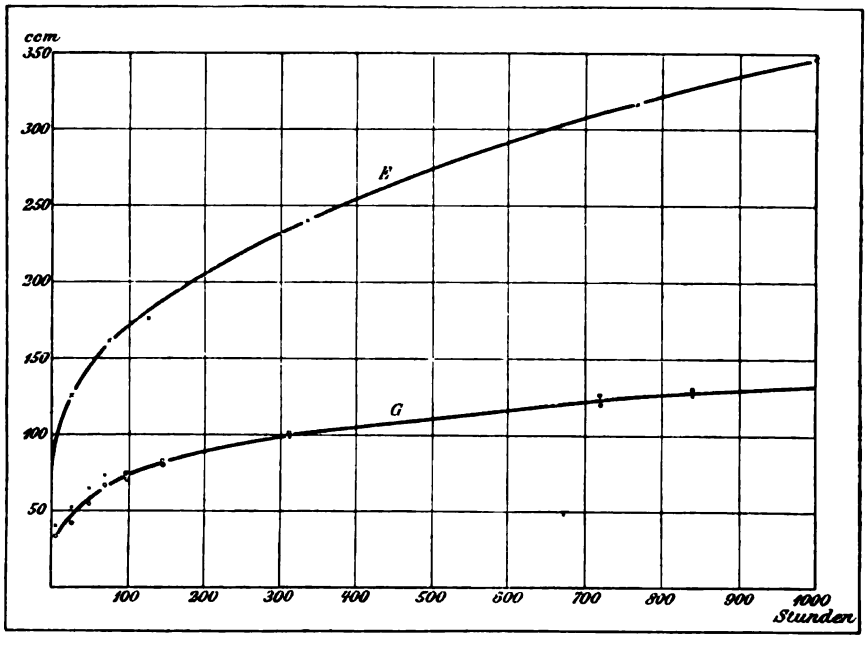


Fig. 3. Wasseraufnahme schwimmender Korksteine.

Reihen mit der Sorte G mußten abgebrochen werden, obgleich die Steine nach 840 Stunden noch kein gleichbleibendes Gewicht aufwiesen. Sie waren nach dieser Zeit besonders an den Kanten etwas aufgeweicht, hatten jedoch ihren Zusammenhang noch nicht verloren. Die Korksteinsorte E hatte nach 1000 Stunden Schwimmens den Beharrungszustand nahezu erreicht. Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, daß das Raumgewicht, also auch die Eintauchtiefe ohne Einfluß auf die Geschwindigkeit der Wasseraufsaugung und auf die Menge des auf-

schwimmender Korksteine.

nach dem Schwimmen auf Wasser (Stunden)									Wasseraufnahme			Raumgewicht r
									in g	in Prozent		
125	144	312	336	720	768	840	1080	1128		des Gewichts	des Raumes	
—	290,5	309,4	—	330,6	—	335,2	—	—	124,8	59	31	0,52
—	196,7	215,9	—	240,3	—	244,2	—	—	130,1	114	29	0,25
785	—	—	849	—	925	—	955	955	347	57	18	0,31

gesaugten Wassers ist, daß vielmehr bei der Berührung einer Korksteinfläche mit Wasser lediglich die Art des Bindemittels und die Verkittung der Korktheilchen für die Wasseraufnahmefähigkeit entscheidet.

Feuersicherheit und Verhalten in der Wärme.

Die Frage nach dem Verhalten der Korksteine bei höheren und niederen Wärmegraden beansprucht besonderes Interesse, weil die Korksteinmasse in ihrer Anwendung als Isolirmittel häufig unmittelbar mit einer Wärmequelle in Berührung steht.

Kork hat ein sehr geringes Feuerleitungsvermögen, er entzündet sich beträchtlich schwerer als Holz, reißt nicht bei der Erhitzung und überzieht sich, mit der Flamme in Berührung gebracht, nach dem ersten Aufflammen mit einer schwammigen Rußschicht, die das Weitergreifen der Flamme verhindert. Sind nun in den Korkplatten noch die einzelnen Theilchen mit mineralischem Bindemittel verbunden und von diesem umhüllt, so ist auch das Weiterglimmen nach Erlöschen der Flamme ausgeschlossen. In diesem Sinne wirken Zwischenwände aus Korkplatten feuertrennend.

Korkplatten haben sich bei dem Brandversuch der Berliner Feuerwehr im Jahre 1893 nach dem Urtheile des Preisgerichts als „durchaus feuersicher" bewährt. Die damals von Grünzweig & Hartmann gelieferten Korkfabrikate brannten nicht, sondern schwelten nur an den von dem Feuer getroffenen Stellen. Das Schwelen hörte sofort auf, sobald das Feuer nicht mehr auf die Masse einwirkte. Werden die Korksteine durch Eisenblech, Putz u. s. w. nicht geschützt, so tritt bei andauernder Einwirkung hoher Wärme allmählich eine vollständige Verkohlung ein. Aber auch im verkohlten Zustande bewahren die Platten noch eine bemerkenswerthe Festigkeit.

Allerdings bringt das Verkohlen einen anderen Uebelstand mit sich, der die Bewohner vom Feuer ergriffener Korkhäuser und die Feuerwehr stark belästigen kann, das ist die Entwickelung nicht athembarer Gase in beträchtlichen Mengen. Ein Brand in Charlottenburg hat gezeigt, daß das Eindringen in Räume, in denen Korkwände schwelten, nur mit dem Rauchhelm möglich war.

Die Standhaftigkeit der Bauwerke erfordert aber neben der schweren Entflammbarkeit und Feuerübertragungsmöglichkeit eine gewisse Beständigkeit der Korksteine gegenüber der dauernden Beanspruchung solcher Wärme, die zur Entflammung nicht hinreicht, das Material aber beträchtlich erhitzt. Bei derartiger Inanspruchnahme pflegen die im Handel vorkommenden Korksteine mehr oder weniger stark zu schwinden.

Prof. Dr. Böhme stellte zuerst die lineare Schwindung der Korksteine von Grünzweig & Hartmann, die bei Zimmerwärme (15 C°) und 55% Feuchtigkeit längere Zeit gelagert hatten, nach 5stündigem Erwärmen bei 75 C° auf 0,1% fest.

Beträchtlich größere Schwindung zeigten Steine, die in der Versuchsanstalt auf folgende Weise zur Prüfung gelangten:

In drei Korksteine nahezu normaler Abmessung (24,9 · 11,7 · 6,7 cm), die in den vorstehenden Ausführungen mit F bezeichnet sind, wurden nach Maßgabe von Fig. 4 in gewissen Abständen von einander eiserne Stifte eingeschlagen. Die Entfernungen l, b und h zwischen den Stiften wurden zum ersten Mal gemessen, nachdem die Steine 5 Wochen in einem Zimmer bei durchschnittlich 65,5 % Feuchtigkeit und 20 C° Luftwärme gelagert hatten.

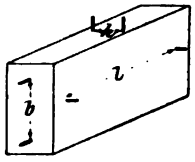


Fig. 4.
Die starken kurzen Linien stellen Drahtstifte dar, die in den Stein gesteckt sind. Sie stecken in der Mittellinie.

Alsdann wurden die Steine — dem Antrage gemäß — nach einander in heiße Luftbäder von 80, 100, 120, 140 und 160 C° gebracht, je eine Stunde den entsprechenden Hitzegraden ausgesetzt und nach der Entnahme aus dem Luftbad sofort gemessen.

Durch besondere Versuche wurde festgestellt, daß eine Stunde Aufenthalt in heißer Luft nicht ausreichte, um den Stein bis in sein Inneres gleichmäßig auf die Wärme der umgebenden Luft zu erhitzen. Beispielsweise brauchte ein Stein im Luftbade von 80 C° fünf und eine halbe Stunde bis zur Erwärmung des Kernes auf 75 C°.

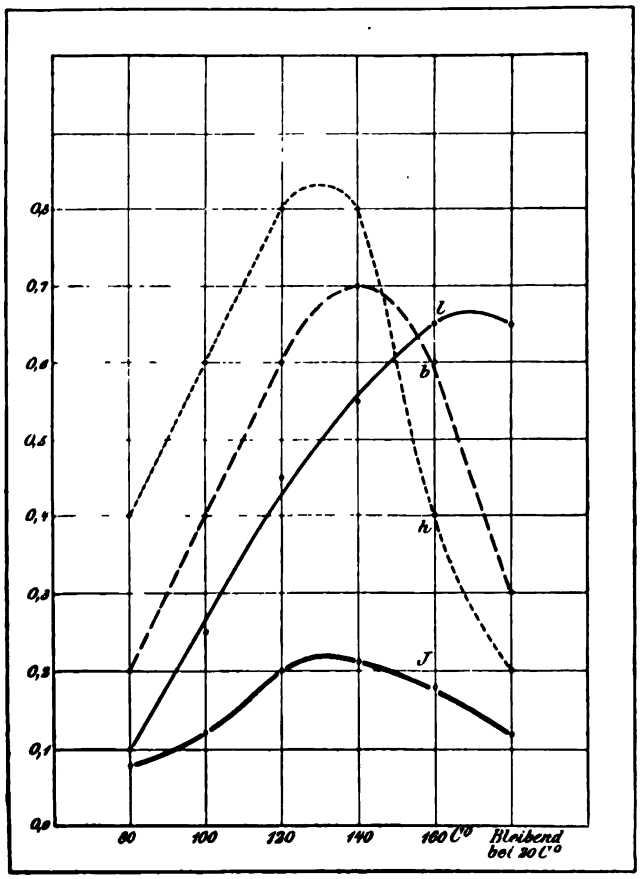


Fig. 5. Schwindung von Korksteinen bei wachsender Wärme in Prozenten der Länge l, Breite b, Höhe h der Steine und des Rauminhaltes J.

Die Messungen der drei geprüften Steine bei Zimmerwärme, bei 80, 100 und 120 C° wurden an einem Tage vorgenommen, die Messungen bei 140 und 160 C° am darauf folgenden Tage.

Die Ergebnisse der Messungen enthält Tab. 7. Die auf Procente der Längenmaße sowie des Rauminhaltes der Steine berechneten Schwindungsmaße sind in Fig. 5 zeichnerisch aufgetragen. Die mit J bezeichnete Linie stellt die Raumänderung der Steine bei wechselnder Wärme dar. Der Maßstab der Ordinaten dieser Linie ist $^1/_{10}$ der wirklichen Höhe.

Die Versuche lieferten den Beweis, daß die lufttrockenen Korksteine der Sorte F bei Erwärmung bis zu etwa 130 C° schwinden, dann aber dem allgemeinen physikalischen Gesetz folgen und sich bei weiterer Erwärmung wieder ausdehnen.

Tabelle 7. Prüfung von Korksteinen auf Schwindung bei steigender Wärme.

Mittlere Abmessungen der Steine: 24,9 · 11,7 · 6,7 cm.

Versuch Nr.	Abstand der Stifte in mm																				
	vor dem Versuch			nachdem die Proben eine Stunde einem Luftbade ausgesetzt waren bei															nachdem die Proben 2 Tage in Zimmerwärme gelagert hatten		
				+ 80° C			+ 100° C			+ 120° C[1])			+ 140° C			+ 160° C					
	l	b	h	l	b	h	l	b	h	l	b	h	l	b	h	l	b	h	l	b	h
1	199,8	100,0	50,1	199,6	99,8	49,5	199,3	99,6	49,5	198,7	99,4	49,3	198,7	99,3	49,3	198,5	99,3	49,5	198,5	99,5	49,6
2	200,0	100,1	50,0	199,7	99,8	50,0	199,3	99,5	49,9	199,3	99,3	49,8	198,7	99,3	49,9	198,4	99,4	49,9	198,4	99,8	50,0
3	200,0	99,9	50,0	199,9	99,8	49,8	199,5	99,7	49,6	199,1	99,4	49,6	198,9	99,2	49,6	199,0	99,6	50,0	199,0	99,8	50,1
Mittel	199,9	100,0	50,0	199,7	99,8	49,8	199,4	99,6	49,7	199,0	99,4	49,6	198,8	99,3	49,6	198,6	99,4	49,8	198,6	99,7	49,9
Schwindung in Procenten				0,10	0,20	0,40	0,25	0,40	0,60	0,45	0,60	0,80	0,55	0,70	0,80	0,65	0,60	0,40	0,65	0,30	0,20
Rauminhalt der Steine in ccm[2])	1952			1937			1928			1914			1912			1918			1928		
Raumverminderung in ccm				15			24			38			40			34			24		
Schwindung der Masse in Procenten				0,8			1,2			2,0			2,1			1,8			1,2		

Auf diese Eigenschaft muß bei Verwendung des Materials z. B. zur Isolirung von Dampfleitungen Rücksicht genommen werden, damit nicht in der Isolirung klaffende Risse oder Loslösungen eintreten.

Andere Versuche auf lineare Schwindung wurden mit 2 Korksteinplatten von 130 · 8 · 4 cm bezw. 130 · 8 · 4,5 cm gleichzeitig mit der Prüfung der Korksteine G angestellt. Die Sorte I war graubraun, die Sorte II bläulich braun gefärbt. In beiden Platten wurden auf den 3 Langseiten (a, b, c) in Abständen von je 1 m eiserne Stifte eingeschlagen. Die Entfernung zwischen den Stiften wurde zum ersten Mal gemessen, nachdem die Proben mehrere Tage im Laboratorium bei Zimmerwärme gelagert hatten. Alsdann wurden die Platten in ein Luftbad von 75—83 C° gebracht und der Abstand der Stifte in gewissen Zeitabschnitten gemessen.

Beide Sorten begannen bald nach dem Einbringen in die warme Luft zu schwinden und behielten erst nach 5 Stunden ihre Länge bei. Die Schwindung betrug im Ganzen bei Sorte I 0,5 %, bei Sorte II 0,4 % der ursprünglichen Länge.

Im Anschlusse an die vorstehenden Mittheilungen sei noch eine Versuchsreihe erwähnt, welche in der Abtheilung für Metallprüfung an „Korkunterlagen für Maschinen" ausgeführt wurde.

Das Probematerial bestand aus einzelnen Korkstücken von etwa 60 mm Höhe, 30—37 mm Breite und verschiedenen Längen, die nach Fig. 6 durch schmiedeeiserne Rahmen von 33 mm Höhe zu Platten von etwa 20 cm Seitenlänge vereinigt waren. Die Markstrahlen liefen quer über die einzelnen Korkstreifen. Die Stirnflächen der Platten waren nicht eben abgeglichen, sondern zeigten in Folge wechselnder Höhe der einzelnen Korkstücke Unebenheiten bis zu 2,5 mm Tiefe und zwischen den Korkstücken Lücken bis etwa 2 mm Weite.

---

[1]) Zwischen 120 C° und 130 C° bis zum Ende des Versuchs traten stark nach Theer riechende Dämpfe auf.

[2]) Die gemessenen Längenänderungen wurden auf die ganze Länge, Breite und Dicke des Steins bezogen und hieraus wurde der Rauminhalt der Steine für jede Wärmestufe berechnet.

Die Platten wurden zwischen zwei ebenen Druckplatten, von denen die eine im Kugellager beweglich war, unter mehrfachen Entlastungen in Stufen von je 1000 kg steigend belastet. Dabei saß bei Platte 1 und 3 der Eisenrahmen einseitig, bei Platte 2 in der Mitte der Plattendicke. Die Stirnflächen der Platte 3 waren außerdem mit Gips abgeglichen. Die Zusammendrückungen wurden gemessen. Die Mittelwerthe der Messungen enthält Tab. 8 in % der ursprünglichen Plattendicke (60 mm). Die prozentualen Zusammendrückungen sind in Fig. 7 zeichnerisch aufgetragen.

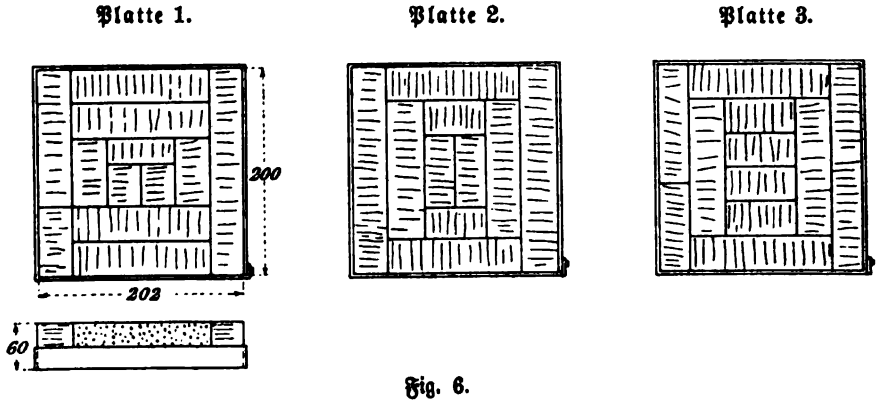


Fig. 6.

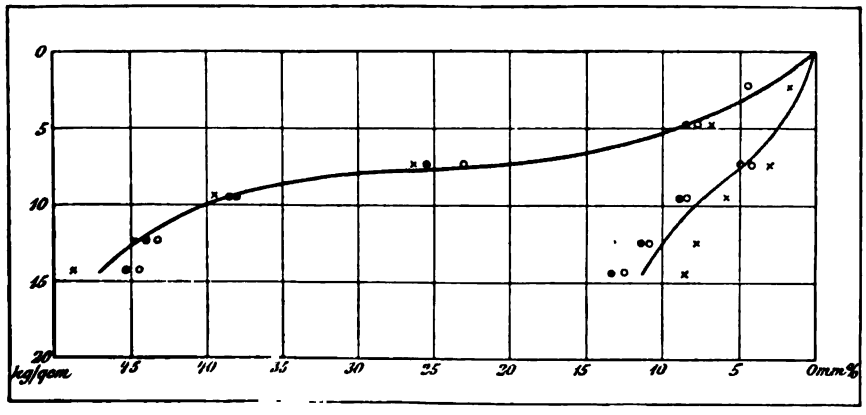


Fig. 7. Höhenverminderung von zusammengesetzten Korkplatten unter Druck nach Tab. 8.

Tabelle 8. Prüfung von 3 Korkplatten auf Druckfestigkeit.

Mittlere Abmessungen 20,2 · 20,0 · 6,0 cm. Druckfläche 404 qcm.

Platte Nr.	Gesammt-Höhenverminderung in % bei den übergeschriebenen Belastungen in kg/qcm						Bleibende Höhenverminderung in % nach den übergeschriebenen Belastungen in kg/qcm								Bemerkungen
							7,43		9,90		12,38		14,85		
	2,48	4,95	7,43	9,90	12,38	14,85	sofort	nach 5 Min.	sofort	nach 5 Min.	sofort	nach 5 Min.	sofort	nach 5 Min.	
1	—	8,5	25,5	38,2	44,0	45,5	7,5	5,0	15,7	8,8	19,3	11,7	21,7	13,3	Bei 14,85 kg/qcm Belastung waren die Platten bis auf die Breite des umgelegten Rahmens zusammengedrückt.
2	4,5	7,8	23,5	38,5	43,3	44,5	8,8	4,3	14,0	8,5	18,7	10,8	18,7	12,5	
3	1,7	6,8	26,3	39,7	44,7	48,7	7,3	3,0	12,3	5,8	14,3	7,7	18,0	8,5	

2. Versuche mit Bausteinen und Mörtelstoffen für den geplanten Bau des Stauweihers im Schmalwassergrund bei Gotha.

Von H. Burchartz, ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Die Verwaltung der städtischen Wasserwerke zu Gotha hat auf Veranlassung des Baurathes Mairich in den Jahren 1897—1900 umfangreiche Untersuchungen mit Bausteinen und Mörtelstoffen ausführen lassen, die den Zweck hatten, die Verwendbarkeit dieser Baumaterialien zum Bau der vom Genannten entworfenen Anlage einer Thalsperre im Schmalwassergrund bei Gotha festzustellen.

Neben der Auswahl eines brauchbaren Baugesteins von den in den Bergen neben der Thalsperre selbst anstehenden Gesteinen handelte es sich bei diesen Prüfungen insbesondere um die Gewinnung geeigneter Mörtelstoffe und daraus herzustellender möglichst wohlfeiler Mörtelmischungen mit genügender Festigkeit und Wasserdichtigkeit.

A. Prüfung des Bruchsteinmaterials.

Als Baugestein kamen drei Sorten Porphyr aus dem Schmalwassergrund bei Diethar und ein Porphyrkonglomerat aus der unteren Zone des oberen Rothliegenden im Mittelwassergrunde des Thüringer Waldes in Frage.

Das Probenmaterial bestand aus rohen Blöcken, die mit verschiedenen Farben gezeichnet nach Sorten getrennt eingereicht wurden. Aeußerlich unterschieden sich die einzelnen Sorten auch noch durch die Verschiedenheit des Gefüges und der Farbe der frischen Bruchflächen.

Die Untersuchung erstreckte sich auf Feststellung der Bruchflächenbeschaffenheit, specifischen Gewichts, Raumgewichts und Dichtigkeitsgrades, der Wasseraufnahme, der Frostbeständigkeit und der Druckfestigkeit im trockenen und wassersatten Zustande, sowie nach 25maligem Gefrieren.

Für die Wasseraufnahme- und Festigkeitsversuche wurden aus den Bruchsteinblöcken herausgeschnittene Würfel von etwa 4 cm Seitenlänge benutzt, deren Druckflächen eben und parallel geschliffen waren. Wegen der Versuchsausführung sei auf die Mittheilungen Jahrgang 1897 Heft 1 Seite 46 und Jahrgang 1898 Heft 5 Seite 243 u. ff. verwiesen.

Die Ergebnisse der Prüfung auf Bruchflächenbeschaffenheit, Gewicht und Wasseraufnahme sind in Tabelle 1, die Festigkeitswerthe für die drei verschiedenen Zustände in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Frostprobe (bei etwa — 12 C°) wurde von allen Steinsorten bestanden.

Der Befund der nachträglich durch die Königliche geologische Landesanstalt zu Berlin vorgenommenen petrographischen und geologischen Prüfung der drei Porphyre ist in Tabelle 1 angeführt.

Die geprüften Steingattungen gehören, wenn man die Ergebnisse, namentlich die Druckfestigkeitswerthe, mit denen anderer früher untersuchter Gesteine gleicher Art vergleicht, (siehe „Mittheilungen“ Jahrgang 1898 Seite 256 und 257) zu den minderwerthigeren Bruchsteinen dieser Gesteinsgruppe. Die Porphyrsorte III hat, wie ersichtlich, die höchsten und auch die gleichmäßigsten Festigkeitsergebnisse geliefert. Bei ihr ist auch die durch Wasseraufnahme und Frostbeanspruchung bewirkte Festigkeitsabnahme am geringsten. Dieses Gestein dürfte daher seinen Eigenschaften nach das für den fraglichen Verwendungszweck tauglichste sein. Nach den

hierauf erübrigt sich daher. Soweit diese Verfahren die Traß- und Traßmörtel-Prüfung betreffen, sei auf die „Mittheilungen" (Jahrgang 1900 Heft IV) verwiesen.

Zur Herstellung der Traß-Kalkmörtel wurden Traß und Kalk zunächst im Mörtelmischer (Bauart Steinbrück-Schmelzer) innig zusammengemischt. Dieses Gemisch wurde dann mit dem Sande mittels Messingwalzen von Hand zusammen verarbeitet. Das Zumischen des Sandes zu dem Traßkalkgemenge im Mischapparat war wegen der Grobkörnigkeit des Sandes unmöglich.

Aus letzterem Grunde mußten auch die Mörtelplatten für die Wasserdurchlaßversuche etwas dicker als gewöhnlich (nämlich 3 cm dick statt 2,4 cm) gemacht werden. Sie wurden mittels eiserner Spatel von Hand eingeschlagen, die Festigkeitsprobekörper auf dem Hammerapparat (Bauart Böhme) wie üblich. Bei den Mörtelmischungen nach Raumtheilen wurde als Einheitsgewicht den breiförmigen Stoffen (Kalkteig) das Litergewicht in eingefülltem Zustande und den pulverförmigen bezw. körnigen Stoffen das Mittel aus den Litergewichten des lose eingelaufenen und fest eingerüttelten Stoffes zu Grunde gelegt.

Versuchsreihe 1 (Prüfung des Cementes und Sandes).

Der Cement wurde nach den „Normen" geprüft und der Sand für beide Zustände (ungewaschen und gewaschen) auf seine physikalischen, chemischen und Festigkeitseigenschaften (letztere im Vergleich mit Normalsand) untersucht.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen Nr. 3, 4 und 5 verzeichnet. Die Korngrößenverhältnisse der drei Sande sind außerdem in Fig. 1 (Seite 64) dargestellt.

Nach den Ergebnissen entsprach der Cement völlig den an einen guten Portland-Cement zu stellenden Anforderungen.

Der ungewaschene Sand hatte naturgemäß mehr Siebfeines als der gewaschene und dementsprechend geringeren Gehalt an Hohlräumen.

Dagegen ergab der gewaschene Sand wesentlich günstigere Festigkeitswerthe. Auf Grund dieses Ergebnisses wurde dem Antrage gemäß zu den weiteren Prüfungen nur solcher Sand benutzt.

Versuchsreihe 2 (Prüfung des Trasses).

Um die Beschaffenheit und Güte des Traßmehles festzustellen, wurden dessen Gewicht, Mahlung, Gehalt an hygroskopischem und Hydratwasser, sowie die Anfangserhärtung (letztere auf Grund der „Beschlüsse der internationalen Konferenzen") durch die Nadelprobe ermittelt. Da die Ergebnisse nicht befriedigten, wurde vom Antragsteller Traß einer neuen Lieferung eingesandt. Letzterer ergab bei der Prüfung denselben Feinheitsgrad wie der Traß der ersten Lieferung, jedoch etwas höheren Gehalt an Hydratwasser und auch ein günstigeres Verhalten bei der Nadelprobe. Die Ergebnisse beider Traßproben sind aus den Tabellen Nr. 6 und 7 (S. 64 und 65) ersichtlich. Die Siebrückstände sind in Fig. 2 (S. 65) dargestellt.

Versuchsreihe 3 (Prüfung der Kalke).

Die vier in Stückform eingereichten Kalke, und zwar 2 Grau- und 2 Fettkalke, wurden vergleichenden Versuchen unterzogen. Ermittelt wurden: Verhalten beim Ablöschen, Ergiebigkeit, Gewicht der abgelöschten Produkte, sowie die Festigkeits- und Wasserdichtigkeitseigenschaften der Cement- und Traßmörtel, für erstere in der Mischung 1 Cement + 1 Kalk + 5 Sand, für letztere in der Mischung 2 Traß + 1 Kalk + 3 Sand nach Raumtheilen.

Tabelle Nr. 3. Physikalische Eigenschaften des ungewaschenen und gewaschenen Sandes, des Normalsandes und Cementes.

Mörtelstoff	Litergewicht eingelaufen Rf kg	Litergewicht eingerüttelt Rr kg	Specifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $\frac{Rr}{s}=d$	Undichtigkeitsgrad 1−d=u	Korngröße bezw. Mahlfeinheit (siehe Fig. 1)										
						Rückstand %	Sieb Nr. 1	2	3	4	5	6	7	9	10	12	
Ungewaschener Bausand	1,468	1,795	2,588	0,694	0,306	Auf den Sieben	0,5	4,5	26,5	46,0	68,5	80,0	87,0	90,0	92,5	—	
						Zwischen je 2 Sieben	0,5	4,0	22,0	19,5	22,5	11,5	7,0	3,0	2,0	7,5	—
Gewaschener Bausand	1,514	1,740	2,608	0,667	0,333	Auf den Sieben	0,0	5,5	37,0	57,5	77,0	86,5	92,5	95,0	97,0	—	
						Zwischen je 2 Sieben	0,0	5,5	31,5	20,5	19,5	9,5	6,0	2,5	2,0	3,0	—
Normalsand	1,402	1,680	2,600	0,646	0,354	Auf den Sieben	—	—	—	—	0,0	94,5	—	—	—	—	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	0,0	94,5	5,5	—	—	—	—
Dyckerhoff-Cement	1,326	2,037	3,171	—	—	Auf den Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,3	0,5	1,4	24,0	—
						Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,0	0,3	0,2	0,0	22,6	76,0

Tabelle Nr. 4. Chemische Eigenschaften des Sandes.

Sandart	Gehalt in % an: abschlämmbaren Bestandtheilen in Salzsäure unlöslich	in Salzsäure löslichen Bestandtheilen	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	Glühverlust
Ungewaschener Sand	3,83	2,06	nicht zugegen	0,07	0,10	1,86
Gewaschener Sand	0,77	1,99	nicht zugegen	0,06	0,09	1,11

Tabelle Nr. 5. Festigkeitseigenschaften.

Vergleich der Mörtelfestigkeiten des Bausandes mit Normalsand.

Mörtelmischungen in Gewichtstheilen (Wasseranspruch %)	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Zugproben	Druckproben	Zugfestigkeit in kg/qcm nach 7 Tagen	28 Tagen	Druckfestigkeit in kg/qcm nach 7 Tagen	28 Tagen	Bemerkungen
1 Cement Dyckerhoff + 3 ungewaschener Sand (10 %)	2,362	2,256	10,6 6,9 5,0	18,7 17,7 17,4	115,0 89,0 62,6	291,0 256,2 221,0	Die Proben erhärteten einen Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser von durchschnittlich 17 C°.
1 Cement Dyckerhoff + 3 gewaschener Sand (9 %)	2,391	2,270	29,0 24,5 20,6	29,7 26,6 23,3	282,6 267,3 251,4	389,6 361,8 341,4	
1 Cement Dyckerhoff + 3 Normalsand (9 %)	2,274	2,192	22,4 18,5 16,8	26,2 22,8 21,2	157,0 150,1 140,8	226,2 221,2 214,8	

[illegible]

[illegible]	[illegible] kg	[illegible] kg	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]										
Erste Lieferung	0,928	1,426	2,327	2,64	[illegible]	Auf den Sieben	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4,1	[illegible]	[illegible]	14,0	32,0	[illegible]
						Zwischen je 2 Sieben	[illegible]	[illegible]	1,1	2,5	[illegible]	[illegible]	4,0	[illegible]	4,0	64,0
Zweite Lieferung	0,907	1,357	[illegible]	2,21	[illegible]	Auf den Sieben	—	0,6	0,2	2,6	5,5	5,0	14,0	32,0	37,0	
						Zwischen je 2 Sieben	—	0,0	0,3	2,3	2,4	3,0	6,0	18,0	5,0	63,0

Tabelle Nr. 7. Ergebnisse der Prüfung auf Anfangserhärtung (Nadelprobe).

Mörtelmischung in Gewichtstheilen	Mittlere Belastung der 300 g schweren Nadel in kg nach					Bemerkungen
	1 Tag	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	5 Tagen	
2 Traß (Lieferung 1) + 1 Kalkpulver von E. Hornheim (Köstritz) + 1 Wasser	Die Nadel ging glatt durch den Mörtel	Wie bei 1 Tag Alter	Wie bei 1 Tag Alter	Die Nadel ging glatt, jedoch langsam durch den Mörtel	Die Nadel drang bis auf etwa 5 mm über dem Boden langsam in den Mörtel ein	Der Mörtel wurde entsprechend den Beschlüssen der internationalen Konferenzen bereitet und behandelt. Er wurde in die Dosen eingefüllt bezw. eingedrückt, die sofort unter Wasser von durchschnittlich 16 C° gesetzt wurden. Die Belastung erfolgte langsam ansteigend mittels Schrotzulauf.
2 Traß (Lieferung 1) + 2 Kalkteig von Gebr. Kersten	Die Nadel ging glatt durch den Mörtel	Wie bei 1 Tag Alter	Wie bei 1 Tag Alter	Wie bei 1 Tag Alter	Wie bei 1 Tag Alter	
2 Traß (Lieferung 2) + 1 Kalkpulver von E. Hornheim + 1 Wasser	Die Nadel ging langsam, aber vollständig durch den Mörtel	Die Nadel drang 7—9 mm in den Mörtel ein	0,163	0,475	0,796	
2 Traß (Lieferung 2) + 2 Kalkteig von Gebr. Kersten	Die Nadel ging glatt durch den Mörtel	Die Nadel ging langsam, aber vollständig durch den Mörtel	Die Nadel drang 6—10 mm in den Mörtel	0,235	0,501	

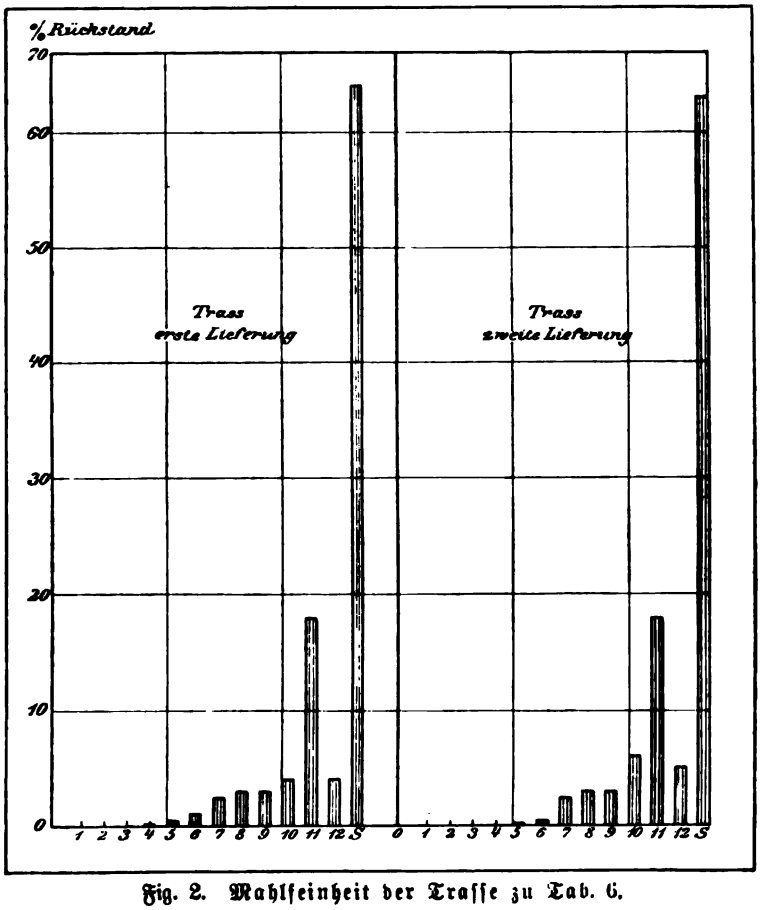


Fig. 2. Mahlfeinheit der Trasse zu Tab. 6.

Tabelle Nr. 8. **Ergebnisse der Prüfung von 4 Kalksorten auf Ablöschung, Ergiebigkeit u. s. w.**

Kalkmarke	Gewicht für 1 l ungelöschten Kalk in Walnußgröße kg	Ablöschung zu Kalkpulver bezw. Kalkteig: Wasserzusatz %	Beginn des Ablöschens nach Min.	Dauer des Ablöschens Min.	Ergiebigkeit von 5 kg Stückkalk: l	kg	Gehalt an steinigen Rückständen %	Gelöschter Kalk: Litergewicht eingelaufen kg	Litergewicht eingerüttelt kg	Glühverlust %	Gehalt an hygrosk. Wasser %	Specifisches Gewicht (bei + 98 C°)
Graukalk von Gebr. Keil zu Gera-Reuß	1,018	Pulver 42,0	32	60	14,5	6,46	0,7	0,427	0,724	22,2	—	2,450
Graukalk von E. Hornheim zu Köstritz	0,976	Pulver 40,0	7	47	13,9	6,47	7,3	0,435	0,744	21,7	—	2,490
Fettkalk von den Wuthaer Kalkwerken zu Wutha	0,987	Kalkteig 240,0	5	14	13,4	16,42	0,0	—	1,270	—	59,8	—
Fettkalk von Gebr. Kersten zu Bad Kösen	0,824	Kalkteig 240,0	10	20	12,5	16,20	0,0	—	1,306	—	55,6	—

Die Graukalke wurden zu Kalkpulver, die Fettkalke zu Kalkteig abgelöscht. Die Versuchs-Ergebnisse sind in den Tabellen 8 und 9 zusammengestellt.

Aus den Festigkeitsziffern geht hervor, daß im Cement- wie im Traßmörtel die zu Kalkteig abgelöschten Fettkalke durchschnittlich wesentlich höhere Werthe geliefert haben, als die in Pulverform abgelöschten Graukalke, trotzdem das Mischen der trockenen Mörtel mit Kalkpulver bedeutend einfacher und leichter ist, als das der Mörtel mit Kalkteig. Letzterer bildet beim Mischen mit dem Sand leicht Klümpchen, und diese können nur bei sorgfältigstem Durcharbeiten herausgebracht werden.

Die Cementkalkmörtel haben, wie zu erwarten war, weit höhere Festigkeiten ergeben als die Traßkalkmörtel, dagegen ist die Zunahme der Festigkeit, namentlich die der Zugfestigkeit, bei ersteren geringer als bei letzteren.

Die Cementkalkmörtel erwiesen sich alle als wasserdicht, während sämmtliche Traßkalkmörtel selbst bei 90 Tagen Alter noch wasserdurchlässig waren, und zwar diejenigen aus Graukalk mehr als die aus Fettkalk.

Versuchsreihe 4.

Um einen zuverlässig wasserdichten Mörtel bei möglichst geringem Kostenaufwand aufzufinden, wurde auf Grund der vorangehenden Versuche zunächst vom Antragsteller die Prüfung zweier Cementkalkmörtel vorgeschlagen, welche später auf weitere in der Versuchsanstalt auf dem Wege der Rechnung als bei größtmöglicher Verdichtung wahrscheinlich wasserundurchlässig ermittelte Mörtel und auch auf Traßkalkmörtel ausgedehnt wurde. Hierbei sollte gleichzeitig die Wirkung eines Cementzuschlages zum Traßmörtel geprüft werden.

Auf ausdrücklichen Wunsch des Antragstellers wurde zur Herstellung der Cementkalkmörtel der Hornheimer Graukalk verwendet, weil der anfangs in Aussicht genommene Wuthaer Fettkalk bei den eigenen Versuchen des Antragstellers ein weniger günstiges Verhalten gezeigt hatte, als bei der Prüfung in der Versuchsanstalt.

Für die Traßmörtel wurde dagegen Wuthaer Kalk benutzt.

Tabelle Nr. 9. Festigkeit und Wasserdichtigkeit von Cement- und Traß-Kalkmörteln.

Mörtel: Art		Mischung in Raumtheilen (Wasseranspruch %)	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Zugproben	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Druckproben	Zugfestigkeit in kg/qcm nach 7 Tagen	Zugfestigkeit in kg/qcm nach 28 Tagen	Druckfestigkeit in kg/qcm nach 7 Tagen	Druckfestigkeit in kg/qcm nach 28 Tagen	Verhalten gegen Wasserdruck von 2½ Atm. bei 28 und 90 Tagen	Bemerkungen
Cement-Kalk-Mörtel	Mager- (Grau-) Kalke	1 Cement Dyckerhoff + 1 Kalkpulver (Gebr. Keil) + 5 Sand (11,0 %)	2,347	2,245	15,4 12,7 10,6	15,8 14,5 12,8	156,4 144,2 134,0	205,4 197,2 190,0	Die Proben standen dicht	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser von durchschnittlich + 16 C°.
		1 Cement Dyckerhoff + 1 Kalkpulver (Hornheim + 5 Sand (11,0 %)	2,347	2,251	16,9 14,8 12,0	19,7 17,3 15,3	187,0 168,4 148,2	239,6 219,1 206,4		
	Fettkalke	1 Cement Dyckerhoff + 1 Kalkteig (Buthaer Kalkwerke) + 5 Sand (8,9 %) [1]	2,362	2,262	20,0 16,7 14,3	20,2 17,3 15,5	219,2 213,3 206,8	292,4 287,2 281,6		
		1 Cement Dyckerhoff + 1 Kalkteig (Gebr. Kersten) + 5 Sand (8,2 %) [1]	2,332	2,265	16,1 15,1 14,1	21,0 16,8 14,8	208,4 204,2 198,0	291,2 283,0 276,0		
Traß-Kalk-Mörtel	Grau- (Mager-) Kalke	2 Traß Meurin + 1 Kalkpulver (Gebr. Keil) + 3 Sand (15,0 %)	1,982	1,983	5,4 4,8 3,8	9,4 7,5 6,3	36,6 32,8 30,4	73,6 64,9 60,8	Die Proben ließen das Wasser in Tropfen langsam durch	Die Probekörper erhärteten die ersten 7 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
		2 Traß Meurin + 1 Kalkpulver (Hornheim) + 3 Sand (16,0 %)	1,983	1,980	5,5 4,9 4,2	10,4 9,2 7,8	39,2 36,5 33,2	74,2 69,1 62,0	Die Proben ließen das Wasser in Tropfen schnell durch	
	Fettkalke	2 Traß Meurin + 1 Kalkteig (Buthaer Kalkwerke) + 3 Sand (12,3 %) [1]	1,953	1,988	6,6 5,4 4,1	9,6 8,6 7,2	44,0 41,6 38,4	83,4 76,1 72,4	Die Proben ließen das Wasser in Tropfen langsam durch	
		2 Traß Meurin + 1 Kalkteig (Gebr. Kersten) + 3 Sand (12,7 %) [1]	2,003	2,023	8,5 6,0 5,1	12,2 10,2 9,3	44,4 39,5 32,2	90,6 81,3 71,0	Die Proben ließen das Wasser in Tropfen allmählich durch	Die ersten 8 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.

[1] Durch Abdampfen bestimmt und berechnet auf die Gewichtsmenge des getrockneten Mörtels.

Die Mörtelmischungen bestanden aus:

I. 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Kalkpulver (Hornheim) + 7 Raumthl. Sand,
II. 1 „ „ + 4 „ „ „ + 10 „ „
III. 1 Gew.-Thl. „ + 1,7 Gew.-Thl. „ „ + 8,7 Gew.-Thl. „
IV. 1 „ Traß + 0,7 „ Kalkteig (Wutha) + 3,7 „ „
V. 1 „ „ + 0,7 „ „ „ + 5,3 „ „ + 0,3 Gew.-Thl. Cement.

Auf Grund des Ausfalles der 7-Tagsprüfung mit diesen Mörteln auf Wasserdichtigkeit (sämmtliche Mörtel waren nämlich wasserdurchlässig; einige zerbrachen unter dem Wasserdruck, andere schon beim Einspannen in den Apparat) wurden andere Mischungen unter Veränderung des Antheils an Bindemittel bei gleichbleibendem Sandgehalt hergestellt und auf diese die Wasserdurchlaßversuche ausgedehnt.

Die Zusammensetzung dieser Mörtel war folgende:

VI.	1	Gew.-Thl.	Cement	+ 1	Gew.-Thl.	Kalkpulver	(Hornheim)	+ 8,7	Gew.-Thl.	Sand,				
VII.	1,5	„	„	+ 1	„	„	„	+ 8,7	„	„				
VIII.	2	„	„	+ 1,5	„	„	„	+ 8,7	„	„				
IX.	1	„	Traß	+ 1	„	Kalkteig	(Wutha)	+ 3,7	„	„				
X.	1	„	„	+ 0,7	„	„	„	+ 3,7	„	„	+ 0,5	Gew.-Thl.	Cement.	
XI.	1	„	„	+ 1	„	„	„	+ 3,7	„	„	+ 0,3	„	„	

Die Ergebnisse sämmtlicher Mörtel sind in Tabelle Nr. 10 verzeichnet. Aus dem Prüfungsbefund ist das Verhalten der Mörtel ohne Weiteres ersichtlich.

Der Ausfall der Versuche war für alle geprüften Mörtel, wenigstens soweit die Wasserdurchlaßproben in Betracht kommen, ziemlich ungünstig. Unter den Mörteln war bei 28 Tagen Alter nur einer, der als wasserdicht gelten konnte, nämlich der Mörtel aus: 1,5 Cement + 1 Kalkpulver + 8,7 Sand, während der Traßmörtel aus 1 Traß + 0,7 Kalkteig + 3,7 Sand + 0,5 Cement erst allmählich unter Wasserdruck (die 7 Tage alten Proben nach 10, die 28 Tage alten nach 3 Tagen Lagerung im Apparat) dicht wurden. Das allmähliche Dichtwerden der Mörtel bei längerer Beanspruchung durch Wasserdruck stimmt mit den andern Orts nach dieser Richtung gemachten Erfahrungen überein. Es darf wohl darauf zurückgeführt werden, daß die Poren des Mörtels in Folge Infiltration sich mehr und mehr verstopfen.

Auffallend ist im Uebrigen, daß die Mörtel, welche nach der Berechnung hätten dicht sein sollen, bei der Prüfung als wasserdurchlässig befunden wurden; noch auffallender aber, daß die weit fetteren, d. h. an Bindemittel, namentlich Kalkpulver, reicheren Cementkalkmischungen (Mörtel I und II) ebenfalls undicht waren. Dieser Befund ließ darauf schließen, daß das Kalkpulver aus dem Mager- (Grau-) Kalk den Mörtel undicht und wasserdurchlässig gemacht hatte.

Versuche mit anderen Mörteln bestätigten die Richtigkeit dieser Vermuthung, wie wir weiter unten sehen werden.

Das schlechte Verhalten der 7 Tage alten Proben einzelner Mörtel (Zerbrechen beim Einspannen oder unter Wasserdruck) war, wie die 28 Tage alten Proben der gleichen Mörtel erkennen ließen, die Folge zu geringer Anfangsfestigkeit; denn diese Proben ließen sich einspannen und widerstanden auch dem Wasserdruck.

Es blieb nur noch die Frage offen, ob an dem ungünstigen Ausfall etwa der zu geringe Gehalt an feinem Korn im Sande Schuld sei. Versuchsreihe 5 sollte hierüber Aufschluß geben.

Versuchsreihe 5.

Für diese Versuche zur Ermittelung des Einflusses des Zusatzes von feinem Korn bezw. des theilweisen Ersatzes von Bausand durch feinen oder gefeinten Sand wurden ähnliche Mörtelmischungen benutzt, wie zu der vorhergehenden Versuchsreihe, nur mit dem Unterschiede, daß auch die Traßmörtel mit Hornheimer Graukalk statt wie vorher mit Wuthaer Fettkalk angemacht wurden.

Der verwendete Traß stammte aus den Gruben der Firma Herfeldt zu Andernach.

Nach dem Antrage sollte versucht werden, den feinen Sand möglichst durch Aussieben aus dem an Ort und Stelle verfügbaren Bausand zu gewinnen (der nur unter großen Geldopfern zu beschaffende feine Werra-Sand kam für die praktische Verwendung erst in zweiter

Tabelle Nr. 10. Prüfung von Cement- und Traß-Kalkmörteln auf Festigkeit und Wasserdichtigkeit.

Kalksorte	Bezeichnung der Mörtel	Mischung in Raum- bezw. Gewichtstheilen (Wasseranspruch %)	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Zugproben	Druckproben	Zugfestigkeit in kg/qcm nach 7 Tag.	28 Tag.	Druckfestigkeit in kg/qcm nach 7 Tag.	28 Tag.	Verhalten der Proben gegen Wasserdruck von 2½ Atm. bei 7 bezw. 28 Tagen Alter	Bemerkungen
Hornheim	I	1 R.-Thl. Cement + 3 „ Kalkpulver (Hornheim) + 7 „ Sand (12,0 %)	2,289	2,192	5,4 4,5 3,7	10,2 8,4 7,3	53,0 45,9 42,6	72,8 68,1 64,6	Die Proben ließen das Wasser tropfenweise durch	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser von durchschnittlich + 17 C°.
	II	1 R.-Thl. Cement + 4 „ Kalkpulver (Hornheim) + 10 „ Sand (12,0 %)	2,274	2,197	3,8 3,3 2,6	6,1 5,6 5,2	30,8 29,2 26,6	54,8 49,5 44,8	Desgl.	
	III	1 Gew.-Thl. Cement + 1,7 „ Kalkpulver (Hornheim) + 8,7 „ Sand (13,0 %)	2,259	2,177	3,3 2,9 2,5	6,6 5,9 5,6	28,4 25,7 23,2	45,6 44,3 42,6	Desgl.	
Wutha	IV	1 Gew.-Thl. Traß + 0,7 „ Kalkteig (Wutha) + 3,7 „ Sand (10,2 %)	2,172	2,130	2,0 1,7 1,2	8,0 7,4 6,7	18,6 16,1 14,4	65,2 60,8 56,6	Bei 7 Tagen: Die Proben zerbrachen in Folge des Wasserdruckes. Bei 28 Tagen: 2 Proben zerbrachen kurz nach dem Einspannen. 1 Probe ließ das Wasser in Tropfen durch.	5 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	V	1 Gew.-Thl. Traß + 0,7 „ Kalkteig (Wutha) + 5,3 „ Sand + 0,3 „ Cement (9,8 %)	2,216	2,144	3,1 2,6 2,2	8,6 7,8 6,5	34,6 33,2 32,0	80,0 78,5 75,8	Bei 7 Tagen: Die Proben zerbrachen in Folge des Wasserdruckes. Bei 28 Tagen: Die Proben ließen das Wasser in Tropfen durch.	2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
Hornheim	VI	1 Gew.-Thl. Cement + 1 „ Kalkpulver (Hornheim) + 8,7 „ Sand	Bei 7 Tagen: Die Proben ließen das Wasser langsam in Tropfen durch. Bei 5 Tagen Lagerung im Apparat unter beständigem Wasserdruck vermindert sich der Wasserdurchlaß. Nach weiteren 5 Tagen ist er sehr gering. Bei 28 Tagen: Nach 1 Tag Lagerung im Apparat deutliche Tropfenbildung; nach 3 Tagen schwache Tropfenbildung.							1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	VII	1,5 Gew.-Thl. Cement + 1 „ Kalkpulver (Hornheim) + 8,7 „ Sand	Bei 7 Tagen: Die Proben ließen das Wasser langsam in Tropfen durch, jedoch in geringerem Grade wie vorhin. Bei 5 Tagen Lagerung im Apparat unter Druck vermindert sich der Wasserdurchlaß. Nach weiteren 5 Tagen hört der Durchlaß auf. Bei 28 Tagen: Die Proben stehen dicht.							
	VIII	2 Gew.-Thl. Cement + 1,5 „ Kalkpulver (Hornheim) + 8,7 „ Sand	Bei 7 Tagen: Die Proben ließen das Wasser langsam in Tropfen durch, jedoch mehr wie vorhin. Bei 5 Tagen Lagerung im Apparat unter Druck vermindert sich der Wasserdurchlaß. Nach weiteren 5 Tagen ist er sehr gering. Bei 28 Tagen: Nach 1 Tag Lagerung im Apparat schwache Tropfenbildung; nach 3 Tagen sehr schwache Tropfenbildung.							
Wutha	IX	1 Gew.-Thl. Traß + 1 „ Kalkteig (Wutha) + 3,7 „ Sand	Bei 7 Tagen: Bruch der Proben in Folge des Wasserdruckes. Bei 28 Tagen: Nach 1 Tag Lagerung im Apparat unter Druck deutliche Tropfenbildung, nach 3 Tagen schwache Tropfenbildung.							5 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	X	1 Gew.-Thl. Traß + 0,7 „ Kalkteig (Wutha) + 3,7 „ Sand + 0,5 „ Cement	Bei 7 Tagen: Die Proben ließen das Wasser durch. Nach 3 Tagen Lagerung im Apparat unter Druck vermindert sich der Wasserdurchlaß; nach 10 Tagen stehen die Proben dicht. Bei 28 Tagen: Nach 1 Tag Lagerung im Apparat unter Druck sehr schwache Tropfenbildung; nach 3 Tagen kein Wasserdurchlaß mehr.							2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	XI	1 Gew.-Thl. Traß + 1 „ Kalkteig (Wutha) + 3,7 „ Sand + 0,3 „ Cement	Bei 7 Tagen: Bruch der Proben in Folge des Wasserdruckes. Bei 28 Tagen: Nach 1 Tag Lagerung unter Druck schwache Tropfenbildung; nach 3 Tagen sehr schwache Tropfenbildung.							

Linie in Betracht). Deshalb wurden die für die Mörtel zu benutzenden Sande aus folgenden Miſchungen hergeſtellt:

a) 1 Gew.-Thl. gewaſchener Bauſand + 1 Gew.-Thl. Werra-Sand,
b) 1 „ „ „ + 1 „ Siebfeines [1]),
c) 2 „ „ „ + 1 „ Siebfeines [1]).

Der Bauſand ſelbſt war, um ihn von den zu groben Theilen zu befreien und als Mauerſand geeignet zu machen, vorher auf dem Siebe mit 4 Maſchen für 1 qcm abgeſiebt.

Die phyſikaliſchen Eigenſchaften des Werra- und des neuerdings vorgelegten Bauſandes ſind in Tabelle Nr. 11, die Ergebniſſe der mit den Mörteln ausgeführten Feſtigkeits- und Waſſerdichtigkeits-Verſuche in Tabelle Nr. 12 verzeichnet. Fig. 3 zeigt die Korngrößenverhältniſſe der beiden Sande in graphiſcher Form.

Tabelle Nr. 11. **Phyſikaliſche Eigenſchaften des Werra-Sandes und des auf dem 4-Maſchenſieb geſiebten Bauſandes.**

Sandart	Litergewicht: R_l eingelaufen kg	Litergewicht: R_r eingerüttelt kg	Spezifiſches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $b=\frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $u=1-b$	Korngröße (ſiehe Fig. 3): Rückſtand %	Sieb Nr. 2	3	4	5	6	7	9	10
Werraſand	1,580	1,810	2,601	0,696	0,304	Auf den Sieben	1,5	11,3	20,3	36,5	56,3	80,8	89,0	92,5
						Zwiſchen je 2 Sieben	1,5	9,8	9,0	16,2	19,8	24,5	8,2	3,5	7,5
Bauſand	1,453	1,750	2,588	0,676	0,324	Auf den Sieben	0,0	8,0	17,0	34,0	51,0	68,0	79,0	85,0	
						Zwiſchen je 2 Sieben	0,0	8,0	9,0	17,0	17,0	17,0	11,0	6,0	15,0

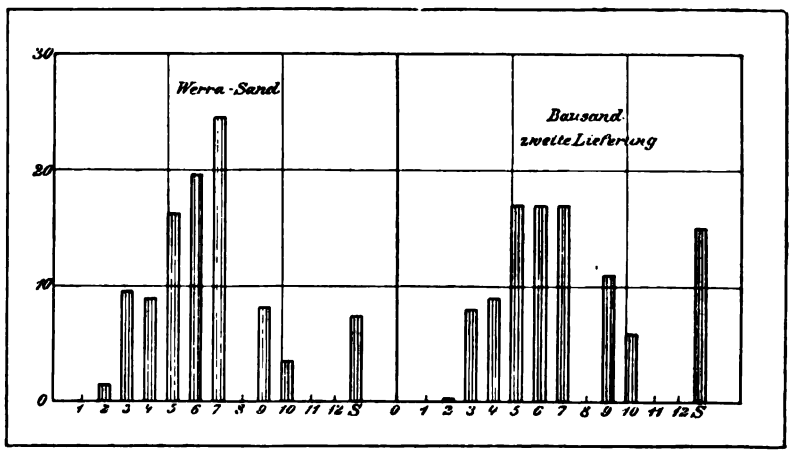


Fig. 3. Korngröße der Sande zu Tab. 11.

[1]) Das Siebfeine wurde durch Abſieben der groben Theile des Bauſandes auf einem Siebe mit 60 Maſchen für 1 qcm gewonnen.

Tabelle Nr. 12. Prüfung von Cement- und Traßkalkmörteln auf Festigkeit und Wasserdichtigkeit.

Der Sandzusatz im Mörtelbestand aus	Mischung in Gewichtstheilen (Wasseranspruch %)	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Zugproben	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Druckproben	Zugfestigkeit in kg/qcm nach: 7 Tag.	Zugfestigkeit in kg/qcm nach: 28 Tag.	Druckfestigkeit in kg/qcm nach: 7 Tag.	Druckfestigkeit in kg/qcm nach: 28 Tag.	Verhalten der Proben gegen Wasserdruck von 2½ Atm. bei: 7 Tag.	Verhalten der Proben gegen Wasserdruck von 2½ Atm. bei: 28 Tag.	Bemerkungen
1 Gewichtstheil Bausand + 1 Gewichtstheil Werrasand.	1,5 Cement + 1 Kalkpulver (Hornheim) + 8,7 Sand (10,0 %)	2,318	2,223	9,4 8,1 7,3	11,9 10,4 9,1	—	136,8 121,2 108,2	Die Proben ließen das Wasser in langsamer schwacher Tropfenbildung durch. (Auch bei längerem Verbleiben im Apparat).	Die Proben ließen anfangs das Wasser in schwacher Tropfenbildung durch. Am 2. Tage hörte der Wasserdurchlaß auf.	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1,5 Cement + 1,5 Kalkpulver (Hornheim) + 8,7 Sand (11,0 %)	2,274	2,189	7,0 6,5 6,1	10,4 9,6 8,4	—	92,2 87,6 82,0	Desgl.	Wie bei 7 Tagen.	
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 3,7 Sand (12,0 %)	2,128	2,068	1,4 1,2 1,0	6,8 6,3 5,9	—	51,0 48,4 45,6	Die Proben zerbrachen beim Einspannen in den Apparat.	Die Proben ließen anfangs das Wasser in schwacher Tropfenbildg. durch. Am 2. Tage hörte d. Wasserdurchlaß auf.	2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 5,3 Sand + 0,3 Cement (11,0 %)	2,230	2,127	2,9 2,7 2,5	8,0 7,3 6,9	—	61,6 59,1 58,0	Desgl.	Wie bei 7 Tagen.	
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 3,7 Sand + 0,3 Cement (12,0 %)	—						Die Proben ließen das Wasser in Tropfen durch.	Wie bei 7 Tagen.	
1 Gewichtstheil Bausand + 1 Gewichtstheil dem 60-Maschensieb abgesiebtem Bausand.	1 Cement + 1 Kalkpulver (Hornheim) + 7 Sand (12,0 %)	—						Die Proben ließen das Wasser in Tropfen durch.	Die Proben ließen anfangs das Wasser in Tropfen durch; dann wurden sie dicht.	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1,5 Cement + 1 Kalkpulver (Hornheim) + 7 Sand (12,0 %)	—						Desgl.	Wie bei 7 Tagen.	
	1,5 Cement + 1,5 Kalkpulver (Hornheim) + 7 Sand (12,0 %)	—						Die Proben ließen das Wasser sehr langsam durch.	Wie bei 7 Tagen.	
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 3 Sand (14,0 %)	—						Die Proben zerbrachen in Folge des Wasserdruckes.	Wie bei 7 Tagen.	2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 3 Sand + 0,3 Cement (14,5 %)	—						Desgl.	Die Proben ließen das Wasser langsam durch.	
2 Gew.-Thl. Bausand + 1 Gew.-Thl. auf dem 60-Maschensieb abgesiebtem Bausand.	1 Cement + 1 Kalkpulver (Hornheim) + 7 Sand (12,0 %)	—						Die Proben ließen das Wasser in Tropfen durch.	Die Proben ließen das Wasser anfangs langsam durch; dann wurden sie dicht.	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1,5 Cement + 1 Kalkpulver (Hornheim) + 7 Sand (12,0 %)	—						Die Proben ließen anfangs das Wasser langsam durch; später wurden sie dicht.	Wie bei 7 Tagen.	

Der Sandzusatz im Mörtel bestand aus	Mischung in Gewichtstheilen (Wasseranspruch %)	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Zugproben	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen: Druckproben	Zugfestigkeit in kg/qcm nach: 7 Tag.	Zugfestigkeit in kg/qcm nach: 28 Tag.	Druckfestigkeit in kg/qcm nach: 7 Tag.	Druckfestigkeit in kg/qcm nach: 28 Tag.	Verhalten der Proben gegen Wasserdruck von 2½ Atm. bei: 7 Tag.	Verhalten der Proben gegen Wasserdruck von 2½ Atm. bei: 28 Tag.	Bemerkungen
2 Gew.-Thl. Bausand + 1 Gew.-Thl. auf dem 60-Maschensieb abgesiebtem Bausand.	1,5 Cement + 1,5 Kalkpulver (Hornheim) + 7 Sand (14,0 %)			—				Die Proben standen dicht.	Wie bei 7 Tagen.	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 8 Sand (14,5 %)			—				Die Proben zerbrachen in Folge des Wasserdruckes.	Die Proben ließen anfangs das Wasser langsam durch; dann wurden sie dicht.	2 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
	1 Traß + 0,7 Kalkpulver (Hornheim) + 8 Sand + 0,3 Cement (14,5 %)			—				Die Proben ließen das Wasser langsam durch.	Wie bei 7 Tagen.	

Als wesentliches Ergebniß des Prüfungsbefundes ist hervorzuheben, daß nur ein einziger der geprüften 15 Mörtel, nämlich die Mischung aus:
1,5 Thl. Cement + 1,5 Thl. Kalkpulver + 7 Thl. Sand (2 Thl. Bausand + 1 Thl. Siebfeines) wirklich wasserdicht war.

Im Uebrigen ließen die Cementkalkmörtel bei 7 Tagen das Wasser durch (selbst wenn sie längere Zeit dem Wasserdruck ausgesetzt waren), wurden aber bei der 28-Tagsprobe, nachdem sie einige Tage unter Wasserdruck gestanden hatten, dicht.

Die reinen Traßkalkmörtel zerbrachen bei 7 Tagen Alter nach dem Einspannen in den Apparat, wurden jedoch auch bis zu 28 Tagen Alter so fest, daß sie dem Wasserdruck widerstanden; nach längerem Lagern im Apparat wurden sie dicht.

Auffallender Weise blieben die Traßmörtel mit Cementzusatz auch nach 28 Tagen bei Lagerung unter Druck wasserdurchlässig.

Durch diese Ergebnisse wird die oben ausgesprochene Vermuthung, daß Magerkalk, wenigstens in Form von Pulver, den Mörtel unter gewissen Umständen undicht machen kann, bestätigt.

Alle Versuche auf Wasserdurchlässigkeit lehren also, daß man bei Verwendung von hydraulischem Kalk in Pulverform als Zusatz zu Cementmörteln auf die richtige Bemessung des Kalkgehaltes Rücksicht nehmen muß, wenn man wasserdichten Mörtel erzielen will.

Versuchsreihe 6.

Durch diese Versuchsreihe sollten die Festigkeitseigenschaften des bei der Versuchsreihe 5 als wasserdicht befundenen Mörtels aus 1,5 Gewichtstheilen Cement + 1,5 Gewichtstheilen Kalkpulver + 7 Gewichtstheilen Sand (2 Theile Bausand und 1 Theil abgesiebter Bausand in der Zusammensetzung nach Raumtheilen ermittelt und gleichzeitig festgestellt werden, welcher Einfluß der Ersatz des bei diesem Mörtel verwendeten Sandgemisches durch Bausand im ursprünglichen Zustande auf die Mörteleigenschaften ausüben würde.

Außer der Ergiebigkeit, Festigkeit und Wasserdichtigkeit der Mörtel wurden, da inzwischen das vorhandene Probematerial für Versuchszwecke verbraucht und neue Proben für die

abſichtigten Prüfungen beſchafft worden waren, auch die Eigenſchaften der neugelieferten Mörtelſtoffe beſtimmt.

Die Verſuchsergebniſſe ſind in den Tabellen Nr. 13, 14 und 15 (S. 74) verzeichnet.

Wie aus ihnen hervorgeht, ſind die Litergewichte der beiden Sande, des Sandgemiſches und des Bauſandes nahezu die gleichen. Die Mörtelergiebigkeit iſt für die Einſchlagebeſchaffenheit bei beiden Miſchungen annähernd dieſelbe, für die kellengerechte Beſchaffenheit dagegen bei der Miſchung mit Bauſand etwas größer als bei derjenigen mit gemiſchtem Sande. Erſtere liefert auch durchſchnittlich die höheren Feſtigkeiten, wenigſtens höhere Druckfeſtigkeit. Beide Mörtel ſind waſſerdicht.

Nach dieſem Prüfungsbefunde erwies es ſich nicht als erforderlich und auch nicht einmal als empfehlenswerth, für die praktiſche Verwendung den urſprünglichen Sand durch Zuſatz eines anderen Sandes zu verfeinen.

Verſuchsreihe 7.

Den Schluß der geſammten Unterſuchungen bildeten ausgedehnte Verſuchsreihen, welche die Auffindung eines genügend feſten und dichten Traßmörtels, bezw. Traßcementmörtels, ſowie die Feſtſtellung der Feſtigkeitszunahme der Mörtel für längere Dauer der Erhärtung und unter verſchiedenen Erhärtungsverhältniſſen bezweckten. Gleichzeitig ſollte für einige Miſchungen der Einfluß künſtlicher Zerkleinerung des Sandantheils *während des Mörtelmiſchens* auf die Feſtigkeit und Waſſerdichtigkeit ermittelt werden.

Das für dieſe Verſuche zur Verfügung geſtellte Probematerial beſtand aus Portlandcement (Marke Dyckerhoff), Fettkalk aus den Wuthaer Kalkwerken, Plaidter Traß, gewaſchenem Bauſand.

Als Mörtelgrundlage für die Verſuche wurden die beiden nachbenannten Miſchungen gewählt:

I. 1 Raumtheil Kalkteig + $1^1/_2$ Raumtheile Traßmehl + $1^1/_2$ Raumtheile gewaſchener Bauſand,

II. 1 Raumtheil Cement + 3 Raumtheile gewaſchener Bauſand.

Durch Zuſammenſetzung dieſer beiden Mörtel in drei verſchiedenen Verhältniſſen, nämlich $^1/_2$ Raumtheil Mörtel I : 1 Raumtheil Mörtel II, 1 Raumtheil Mörtel I : 1 Raumtheil Mörtel II und 1 Raumtheil Mörtel I : $^1/_2$ Raumtheil Mörtel II wurden weitere 3 Mörtel verſchiedenen Fettigkeitsgrades hergeſtellt. Das Miſchungsverhältniß dieſer Mörtel nach Raumtheilen der einzelnen Mörtelbeſtandtheile war folgendes:

III.	1	Raumtheil	Cement +	$^3/_4$	Raumtheile	Traßmehl +
	$^1/_2$	„	Kalkteig +	$3^3/_4$	„	Bauſand,
IV.	1	„	Cement +	$1^1/_2$	„	Traßmehl +
	1	„	Kalkteig +	$4^1/_2$	„	Bauſand,
V.	1	„	Cement +	3	„	Traßmehl +
	1	„	Kalkteig +	6	„	Bauſand.

Für die Verſuche mit zerkleinertem Sand wurden der reine Traßmörtel (Mörtel I) und der magerſte der letztgenannten Mörtel (Mörtel V) benutzt. Zum Zwecke der Zerkleinerung des Mörtelſandes wurden die Kalktraß- bezw. Kalktraßcementgemiſche nach oberflächlichem Verarbeiten mit dem Sande dreimal durch ein Walzwerk geſchickt und die ſo gewonnenen Mörtel kurze Zeit mit einem eiſernen Spatel durchgearbeitet.

Tabelle Nr. 13. Ergebnisse der Prüfung des Kalkes (Hornheim) auf Ablöschung und Litergewichte der Mörtelbestandtheile.

Gewicht für 1 l ungelöschten Kalk in Wallnußgröße	Ablöschung zu Kalkpulver						Gelöschter Kalk		Cement		Sandgemisch[1]		Bausand[2]	
	Wasserzusatz	Beginn des Löschens nach	Dauer des Löschens	Ergiebigkeit von 5 kg Stückkalk		Gehalt an steinig. Rückständen	Literwicht		Litergewicht		Litergewicht		Litergewicht	
							eingelaufen	eingerüttelt	eingelaufen	eingerüttelt	eingelaufen	eingerüttelt	eingelaufen	eingerüttelt
kg	%	Min.	Min.	l	kg	%	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0,963	50,0	28	73	16,0	6,79	1,5	0,362	0,503	1,338	1,682	1,464	1,610	1,464	1,620

[1]) Das Gemisch bestand aus { 2 Gew.-Thl. auf dem 4-Maschensieb gesiebten Bausandes. / 1 „ „ „ „ 60- „ „ „ }

[2]) Der Bausand war ungesiebter gewaschener Sand.

Tabelle Nr. 14. Ergiebigkeit der Mörtel.

Für kellengerechte und Einschlage-Beschaffenheit[1]).

Mörtelmischung in Raumtheilen	Wasserzusatz		Summe der Mörtel-Bestandtheile	Gesammtgewicht der Mörtelmenge	Gewicht für 1 l Mörtel	Ergiebigkeit
	kg = l	%	l	kg	kg	l
1 Cement + 2 Kalkpulver + 5 Sandgemisch	1,779	16,5	9,779	12,567	2,044	6,1
	1,079	*10,0*	*9,079*	*11,867*	*1,865*	*6,4*
1 Cement + 2 Kalkpulver + 5 Bausand	1,951	18,2	9,951	12,689	1,966	6,5
	1,181	*11,0*	*9,181*	*11,919*	*1,885*	*6,3*

[1]) Die in der Tabelle liegend gedruckten Zahlen beziehen sich auf erdfeucht angemachten Mörtel, wie er zum Anfertigen der Festigkeitsprobekörper benutzt wurde.

Tabelle Nr. 15. Festigkeit und Wasserdichtigkeit der Mörtel.

Mörtelmischung in Raumtheilen (Wasserzusatz-%)	Mittleres Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen		Zugfestigkeit in kg/qcm nach		Druckfestigkeit in kg/qcm nach		Wasserdichtigkeit bei 7 u. 28 Tagen	Bemerkungen
	Zugproben	Druckproben	7 Tagen	28 Tagen	7 Tagen	28 Tagen		
1 Cement + 2 Kalkpulver + 5 Sandgemisch (11,0%)	2,303	2,189	8,2 7,4 6,1	11,7 10,3 8,8	73,2 67,8 64,0	104,0 96,3 81,6	Wasserdicht	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.
1 Cement + 2 Kalkpulver + 5 Bausand (ungesiebt; 10,0%)	2,318	2,197	8,1 7,3 6,7	11,4 10,1 8,5	96,8 84,8 69,6	121,2 102,2 92,0	Wasserdicht	

Um auch gleichzeitig den Einfluß der mechanischen Zerkleinerung des gesammten Sandantheils vor dessen Vermischung mit dem Bindemittel (Kalk und Traß) festzustellen, wurde aus Mischung I ein Mörtel in der Weise hergestellt, daß der Sand vor dem Mischen für sich auf dem Walzwerke zerkleinert und dann dem Kalk-Traßgemisch in der üblichen Weise zugemengt wurde.

Der Grad der Zerkleinerung des Mörtelsandes im Walzwerk geht aus den bei der Feststellung der Korngrößen des durch das Walzwerk geschickten und nachher durch Abschlämmen aus dem Mörtel wieder gewonnenen Mörtelsandes erhaltenen Siebrückständen hervor, die in Tab. 15a nebst den Siebergebnissen des Bausandes im ursprünglichen Zustande zusammengestellt sind. Noch deutlicher ist die Veränderung des Sandes aus der graphischen Darstellung Fig. 4 ersichtlich.

Tabelle Nr. 15a.

Rückstand in %	1	2	4	5	6	7	9	10
Vor der Zerkleinerung.								
Auf den Sieben	0,0	7,3	42,4	62,3	74,7	85,3	93,6	97,6
Zwischen den Sieben	0,0	7,3	35,1	19,9	12,4	10,6	8,3	4,0	2,4
Nach der Zerkleinerung.								
Auf den Sieben	—	0,0	12,8	33,5	45,0	54,1	60,4	64,0
Zwischen den Sieben	—	0,0	12,8	20,7	11,5	9,1	6,3	3,6	36,0

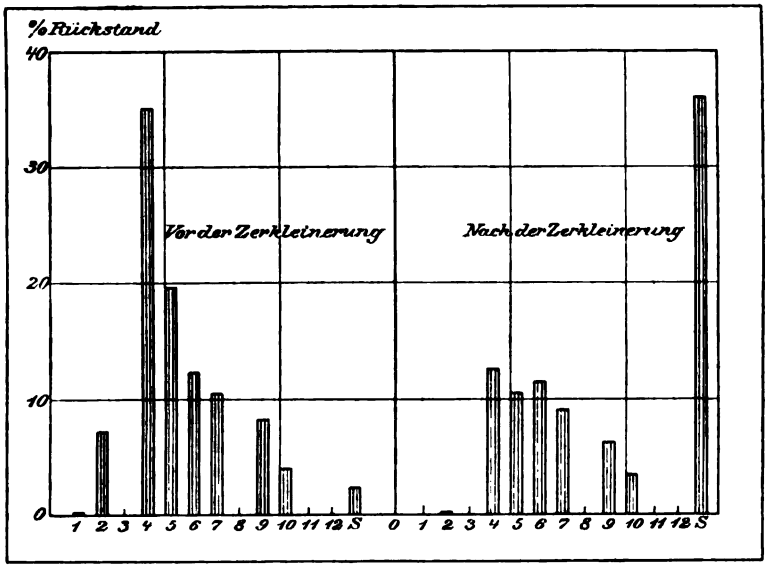


Fig. 4. Veränderung der Korngrößen des Mörtelsandes durch mechanische Zerkleinerung. Tab. 15a.

Tabelle Nr. 16. **Ergebnisse der Prüfung des Kalkes (Wutha) auf Ablöschung.**

Litergewicht für 1 l Stückkalk in Wallnußgröße kg	Ablöschung zu Kalkteig: Wasserzusatz %	Beginn des Löschens nach Min.	Dauer des Löschens Min.	Ergiebigkeit von 5 kg Stückkalk: l	kg	Gehalt an steinigen Rückständen %	Abgelöscht. Kalk: Litergewicht des Kalkteigs kg
1,007	246	7	14	18,6	16,4	5,0	1,305

Tabelle Nr. 17. Physikalische Eigenschaften der Mörtelstoffe.

Mörtelstoff	Litergewicht R_f eingelauf. kg	Litergewicht R_r eingerüttelt kg	Spezifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $d = \frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $u = 1 - d$	Gehalt an anschlämmbaren Bestandteilen %	Gehalt an hygroskopischem Wasser %	Gehalt an Hydratwasser %	Siebfeinheit: Rückstand %	Sieb Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Cement-Dyckerhoff [1]	1,355	2,121	3,182 (geglüht)	—	—	—	—	Glühverlust 0,74	Auf den Sieben	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,4	2,0	24,0
									Zwischen d. Sieben	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,4	1,6	22,0	76,0
Plaidter Traß	0,918	1,402	2,358 (bei +98°C. getrocknet)	—	—	—	2,51	7,84	Auf den Sieben	—	—	0,0	0,2	2,0	4,0	8,0	12,0	14,0	20,0	44,0
									Zwischen d. Sieben	—	—	0,0	0,2	1,8	2,0	4,0	4,0	2,0	6,0	24,0	56,0
Gewaschener Bausand [2]	1,506	1,761	2,624 (bei +98°C. getrocknet)	0,671	0,329	0,18	—	—	Auf den Sieben	0,8	6,4	24,4	40,4	62,0	76,4	86,4	—	92,0	94,8	—
									Zwischen d. Sieben	0,8	5,6	18,0	16,0	21,6	14,4	19,0	5,6	—	2,8	5,2	—

[1]) Der Cement, welcher bei einem Erhärtungsanfang von 1 Stunde in 2¾ Std. abband, ergab im Mittel folgende Normenfestigkeiten:

Zugfestigkeit nach { 7 Tagen: 13,2 kg/qcm; 28 Tagen: 16,2 „

Druckfestigkeit nach { 7 Tagen: 115,0 kg/qcm; 28 Tagen: 171,6 „

Als Mörtel in der Mischung 1 Gew.-Thl. Cement + 3 Gew.-Thl. Bausand ergab er bei normengemäßer Erhärtung:

Zugfestigkeit nach { 7 Tagen: 11,2 kg/qcm; 28 Tagen: 19,9 „

Druckfestigkeit nach { 7 Tagen: 156,6 kg/qcm; 28 Tagen: 255,2 „

[2]) Der Bausand wurde vor der Prüfung getrocknet.

Die Ergebnisse der allgemeinen Bestimmungen sind in Tabelle Nr. 16 und 17, diejenigen der Festigkeits- und Wasserdurchlaßversuche in Tabelle Nr. 18 und 19 zusammengestellt.

Mahlfeinheit bezw. Korngröße der Mörtelstoffe sind gleichzeitig in Fig. 5 (S. 79) graphisch dargestellt.

Den Verlauf der Erhärtung der Mörtel bei Wasser- und Luftlagerung zeigen außerdem die Linienzüge in der zeichnerischen Darstellung Fig. 6 und 7 (S. 80 und 81).

In dieser bedeutet: ○ 1 Kalkteig + 1½ Traß + 1½ Sand (Mörtel I).
● 1 Cement + 3 Sand (Mörtel II).
× 1 „ + ¾ Traß + ½ Kalkteig + 3¾ Sand (Mörtel III).
▲ 1 „ + 1½ „ + 1 „ + 4½ „ („ IV).
■ 1 „ + 3 „ + 2 „ + 6 „ („ V).

Aus den Festigkeitswerthen und dem Verlaufe der Schaulinien geht Folgendes hervor:

Festigkeitsunterschied zwischen den verschiedenen Mörteln; Einfluß des Cementzuschlages auf die Festigkeit der Traßmörtel.

1. Die höchsten Festigkeiten lieferte — wie zu erwarten war — der reine Cementmörtel sowohl für Wasser- wie Lufterhärtung.

Mit Verminderung des Cementgehaltes nahm die Festigkeit der Mörtel ab.

Einfluß der mechanischen Zerkleinerung des Mörtelsandes auf die Festigkeit des Mörtels.

2. Durch die Bearbeitung des Mörtels im Walzwerk sowohl, wie durch die Zerkleinerung des Sandes vor der Mischung mit dem Bindemittel wurde beim reinen Traßmörtel die Zug-

Tabelle Nr. 18. Festigkeit von Traß-, Cement- und Cement-Traß-Mörteln.

Bezeichnung des Mörtels	Mörtelmischung in Raumtheilen	Mittleres Raumgewicht der Zugproben	Mittleres Raumgewicht der Druckproben	Art der Erhärtung	Zugfestigkeit in kg/qcm nach 1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr	Druckfestigkeit in kg/qcm nach 1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr	Verhältniß Zug Druck für 1 Jahr alte Proben
I	1 Kalkteig + 1½ Traßmehl + 1½ Bausand	3 Tage nach dem Einschlagen		3 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	2,5	8,0	10,2	17,6	22,8	26,4	79,6	114,8	145,2	186,0	
					2,3	7,2	9,7	16,2	19,7	24,9	76,1	110,5	139,4	171,9	1/8,7
					2,0	6,0	8,8	14,6	18,3	23,2	69,6	100,0	129,6	162,0	
		1,924	1,946	An der Luft	4,8	6,8	9,0	9,0	8,0	36,2	84,4	104,0	116,8	112,8	
					4,4	5,9	6,5	6,6	7,0	34,1	77,4	96,4	106,6	100,9	1/14,4
					4,2	5,0	5,1	5,4	5,6	32,4	68,4	86,0	97,2	94,8	
II	1 Cement + 3 Bausand	1 Tag nach dem Einschlagen		1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	15,3	27,9	30,3	34,7	37,2	218,0	298,0	388,0	442,8	538,0	
					13,3	24,3	26,8	31,0	34,7	196,6	292,0	374,0	433,8	504,6	1/14,5
					10,9	20,5	23,6	28,0	28,8	182,0	276,0	362,0	422,0	488,0	
		2,362	2,251	An der Luft	18,6	22,4	25,7	35,0	43,7	230,4	315,0	341,6	377,2	444,0	
					14,4	19,8	24,1	31,9	36,3	214,8	284,5	325,8	344,9	420,5	1/11,6
					10,7	16,5	21,5	29,3	32,0	203,2	264,0	310,0	327,6	382,8	
III	½ Mörtel I + 1 „ II = 1 Cement + ¾ Traß + ½ Kalkteig + 3¾ Sand	2,274	2,206	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	11,2	14,1	19,5	21,4	25,8	150,0	230,4	329,6	336,8	382,0	
					10,0	12,4	16,6	20,1	22,1	138,4	211,9	308,3	322,3	360,0	1/16,3
					9,3	11,0	14,6	18,5	19,0	131,0	197,6	282,8	306,0	346,0	
				An der Luft	11,4	13,7	16,1	23,0	31,8	148,0	247,2	246,0	281,2	323,2	
					9,4	11,3	14,0	19,5	25,8	140,5	221,2	236,0	265,3	301,0	1/11,7
					7,8	9,5	12,1	17,2	22,0	132,0	206,8	214,0	254,4	258,0	
IV	1 Mörtel I + 1 „ II = 1 Cement + 1½ Traß + 1 Kalkteig + 4½ Sand	2,259	2,177	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	7,2	9,2	12,4	17,5	19,2	80,0	131,6	209,6	234,4	306,8	
					5,8	7,9	11,4	15,8	17,8	76,2	127,4	198,6	224,8	276,3	1/15,5
					5,1	7,4	9,8	12,2	16,5	72,0	119,6	180,4	211,0	250,0	
				An der Luft	7,3	10,4	16,1	16,2	22,8	102,0	177,2	182,8	238,4	259,0	
					6,1	9,8	13,0	14,6	17,9	88,4	163,7	175,4	218,5	242,1	1/13,5
					5,0	8,1	8,9	9,6	15,1	82,0	152,4	169,2	195,2	220,0	
V	1 Mörtel I + ½ „ II = 1 Cement + 3 Traß + 1 Kalkteig + 6 Sand	2,201	2,138	1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	4,0	7,5	11,6	15,4	19,4	47,4	101,2	159,6	190,4	248,0	
					3,8	6,3	10,2	13,5	16,0	45,4	90,6	149,5	184,1	235,8	1/14,7
					3,3	5,3	8,9	12,0	13,3	43,0	72,0	136,0	174,4	220,0	
				An der Luft	6,4	8,5	12,5	11,1	14,8	67,0	123,2	141,6	149,2	180,8	
					5,1	6,5	9,4	10,6	11,3	63,7	110,8	128,1	137,7	162,3	1/14,4
					4,2	4,7	7,9	9,7	9,4	60,0	100,0	110,0	122,0	137,6	
VI	Mörtel I im Walzwerk zerkleinert	3 Tage nach dem Einschlagen		3 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	1,8	8,3	14,1		24,4	19,4	59,2	108,8		162,8	
					1,6	7,1	12,7	—	22,3	17,5	55,9	99,9	—	150,4	1/6,7
					1,4	5,8	11,2		20,1	16,6	51,6	92,8		142,0	
		1,953	1,941	An der Luft	3,9	5,1	6,4		6,5	27,4	47,2	54,0		53,2	
					3,4	4,7	5,7	—	5,5	25,2	45,2	49,0	—	48,4	1/8,8
					2,8	4,0	4,8		4,1	24,2	43,4	46,0		40,0	
VII	Mörtel V im Walzwerk zerkleinert	1 Tag nach dem Einschlagen		1 Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	4,0	9,5	14,8		23,5	42,0	105,2	146,4		233,2	
					3,8	8,0	14,0	—	21,7	39,6	92,6	138,4	—	212,6	1/9,8
					3,5	5,3	13,1		19,4	36,8	80,0	129,2		200,0	
		2,128	2,070	An der Luft	6,6	8,4	10,9		15,6	55,6	102,0	108,4		156,0	
					5,5	6,9	10,0	—	12,6	49,2	85,4	98,4	—	132,3	1/10,5
					5,0	5,7	9,3		9,4	43,6	80,0	84,0		113,2	
VIII	Mörtel I mit vorher zerkleinertem Sande	3 Tage nach dem Einschlagen		3 Tage an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser	1,8	6,8	12,5	17,9	21,0	15,4	45,8	82,8	112,8	138,4	
					1,6	6,1	11,9	16,3	19,5	13,8	40,5	81,4	106,7	132,8	1/6,8
					1,3	5,0	11,2	15,4	16,5	12,6	36,8	80,0	102,0	122,8	
		1,866	1,887	An der Luft	4,1	4,9	6,3	7,9	7,2	20,4	52,4	84,0	58,4	72,2	
					3,5	4,4	5,5	6,6	6,3	18,7	44,0	66,0	50,3	57,3	1/9,1
					2,6	3,2	4,8	5,6	5,5	17,2	36,8	53,6	45,0	46,0	

Tabelle Nr. 19. Wasserdichtigkeit von Traß-, Cement- und Cement-Traß-Mörteln.

Bezeichnung des Mörtels	Mörtelmischung in Raumtheilen	Verhalten der Proben bei einem Wasserdruck von 2—2½ Atm. bei einem Alter von				
		1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr
I	1 Kalkteig + 1½ Traßmehl + 1½ Bausand	Die Proben zerbröckelten beim Einspannen in den Apparat	Wie bei 1 Woche	Die Proben ließen die ersten 5 Stunden Wasser in Tropfen durch; standen dann aber dicht	Die Proben standen dicht	
II	1 Cement + 3 Bausand	Die Proben standen von 1 Woche Alter an dicht				
III	1 Mörtel I + ½ „ II	Desgl.				
IV	1 Mörtel I + 1 „ II	Desgl.				
V	1 Mörtel I + ½ „ II	Desgl.				
VI	Mörtel I im Walzwerk zerkleinert	Die Proben zerbröckelten beim Einspannen in den Apparat	Die Proben ließen etwa ½ Tag lang das Wasser langsam in Tropfen durch; standen dann aber dicht	Wie bei 4 Wochen	Wie bei 4 Wochen	Die Proben standen dicht
VII	Mörtel V im Walzwerk zerkleinert	Die Proben standen von 1 Woche Alter an dicht				
VIII	Mörtel I mit vorher zerkleinertem Sande	Die Proben zerbröckelten beim Einspannen in den Apparat	Die Proben ließen etwa ½ Tag lang das Wasser langsam in Tropfen durch; standen dann aber dicht	Wie bei 4 Wochen	Wie bei 4 Wochen	Die Proben standen dicht

festigkeit wenig oder gar nicht, die Druckfestigkeit dagegen — namentlich bei Luftlagerung — ganz erheblich herabgesetzt. Beim Cement-Traßmörtel wurde für beide Erhärtungsarten die Zugfestigkeit etwas erhöht, die Druckfestigkeit jedoch ebenfalls wesentlich vermindert. Der Einfluß der mechanischen Verfeinung des Mörtels auf dessen Festigkeit ist durch die Linienzüge der Fig. 8 und 9 (S. 81 und 82) veranschaulicht.

Der Grad der durch diese Bearbeitung bewirkten Veränderung der Mörtelfestigkeit ist außerdem aus den in Tabelle Nr. 20 (S. 80) enthaltenen Verhältnißzahlen deutlich ersichtlich. Diese zeigen z. B., daß die Druckfestigkeit des reinen Traßmörtels durch die Zerkleinerung des Mörtels bezw. Sandes für die Luftproben um etwa 50 % der ursprünglichen Festigkeit herabgesetzt wurde.

Dieses Ergebniß stimmt mit der durch viele Versuche bestätigten Erfahrung überein, daß feiner Sand im Mörtel die Zugfestigkeit erhöht, die Druckfestigkeit dagegen vermindert.

Erhärtungsverlauf.

3. Bei Erhärtung unter Wasser nahm die Festigkeit mit fortschreitendem Alter zu und zwar die Druckfestigkeit in etwas höherem Maße als die Zugfestigkeit.

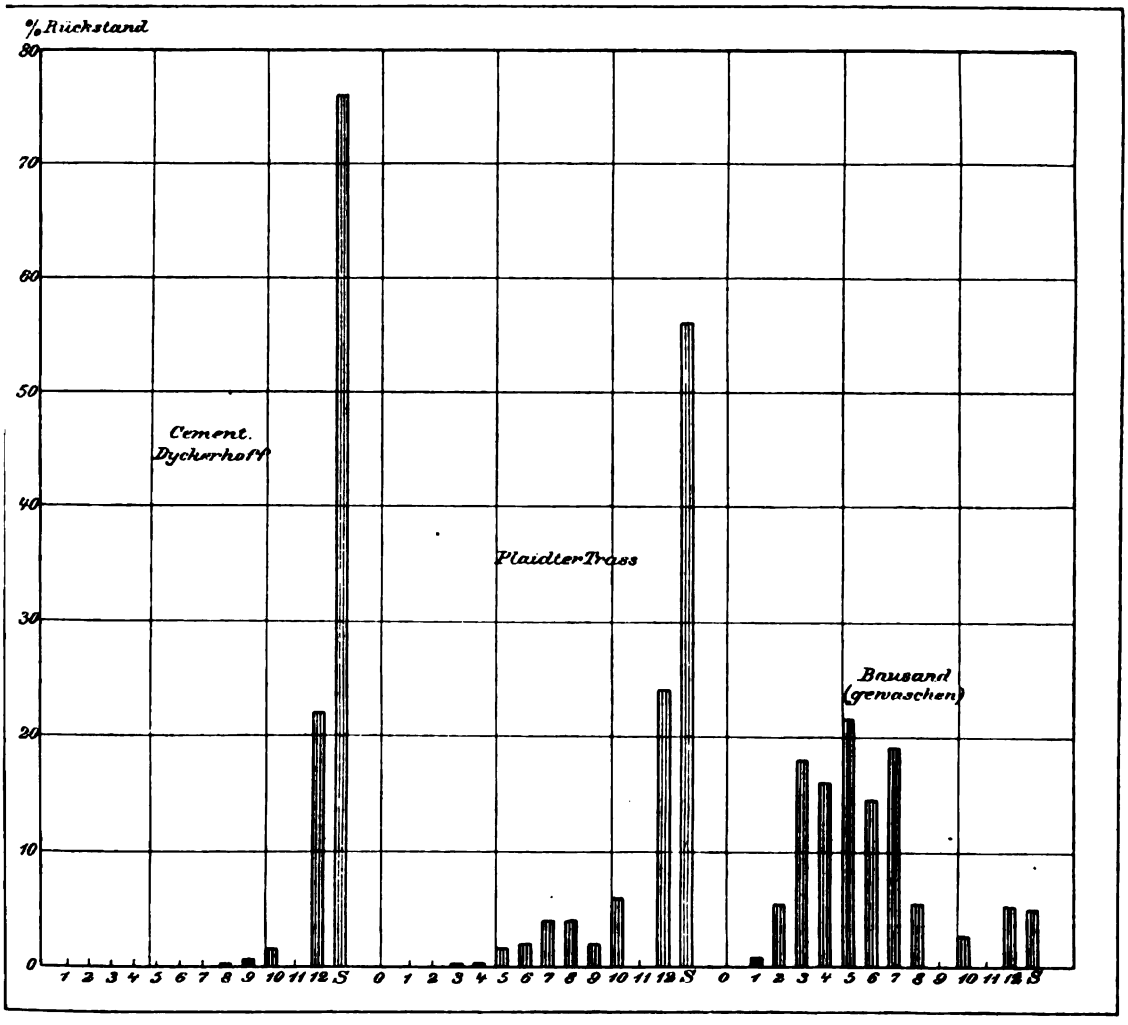


Fig. 5. Mahlfeinheit, bezw. Korngröße der Materialien zu Tab. Nr. 17.

Bei Luftlagerung war der Erhärtungsverlauf des reinen Cementmörtels und der Cementtraßmörtel (auch des im Walzwerk bearbeiteten Mörtels VII) ebenfalls normal; bei dem reinen Traßmörtel (und zwar sowohl im ursprünglichen wie im bearbeiteten Zustande) dagegen schritt die Festigkeit an der Luft nur bis zu etwa 12 Wochen Alter fort und blieb von da ab auf annähernd der gleichen Höhe oder ging sogar zurück.

Einfluß der Art der Erhärtung.

4. Im ersten Stadium der Erhärtung (bis zu etwa 4 Wochen Alter) lieferten die Luftproben günstigere Ergebnisse als die Wasserproben. Von da ab jedoch gaben die Mörtel bei Erhärtung an der Luft geringere Festigkeiten als bei Erhärtung unter Wasser; eine Ausnahme machte nur der reine Cementmörtel und der Cement-Traßmörtel mit dem höchsten Cementgehalt, deren Zugfestigkeit bei Luftlagerung höher stieg, als bei Wasserlagerung.

Durchweg werden die Festigkeitsunterschiede zwischen Luft- und Wasserproben mit zunehmendem Alter wegen des geringen Erhärtungsfortschrittes bei Luftlagerung größer.

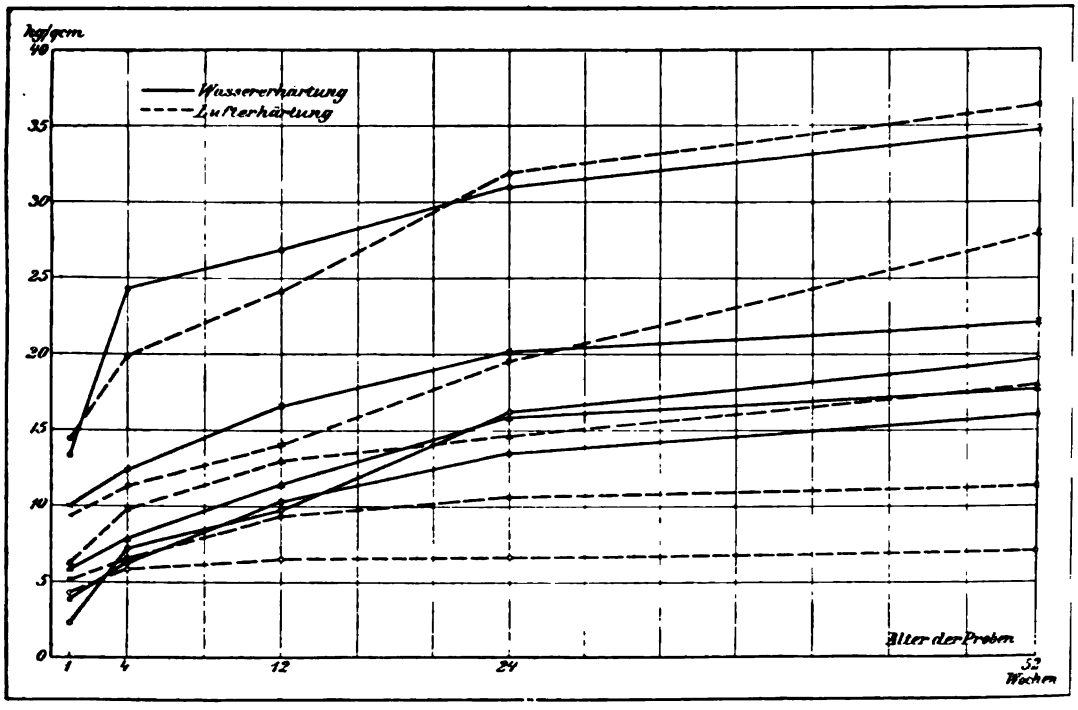


Fig. 6. Zugfestigkeit von Traß-, Cement- und Cement-Traß-Mörteln.

Tabelle Nr. 20. Verhältnißzahlen.

Veränderung der Zug- und Druckfestigkeit von Traß- und Cement-Traßmörtelmischungen durch mechanische Zerkleinerung des Mörtels oder des Sandantheils für Wasser- und Luftlagerung. Festigkeit der ursprünglichen Mörtel = 100.

Bezeichnung des Mörtels	Mörtelmischung in Raumtheilen	Art der Erhärtung	Zugfestigkeit nach					Druckfestigkeit nach				
			1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr	1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr
I	1 Kalkteig + 1½ Traßmehl + 1½ Bausand.	3 Tage Luft, dann Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
VI	Mörtel I im Walzwerk zerkleinert	3 Tage Luft, dann Wasser	70	99	131	—	113	70	73	90	—	87
		An der Luft	77	80	88	—	79	74	58	51	—	48
VIII	Mörtel I mit vorher zerkleinertem Sande	3 Tage Luft, dann Wasser	70	85	123	101	99	55	53	74	77	78
		An der Luft	80	75	85	100	90	55	57	68	49	57
V	1 Mörtel I + ½ Mörtel II	1 Tag Luft, dann Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
VII	Mörtel V im Walzwerk zerkleinert	1 Tag Luft, dann Wasser	100	127	14	—	136	87	102	93	—	90
		An der Luft	108	106	106	—	112	77	77	80	—	82

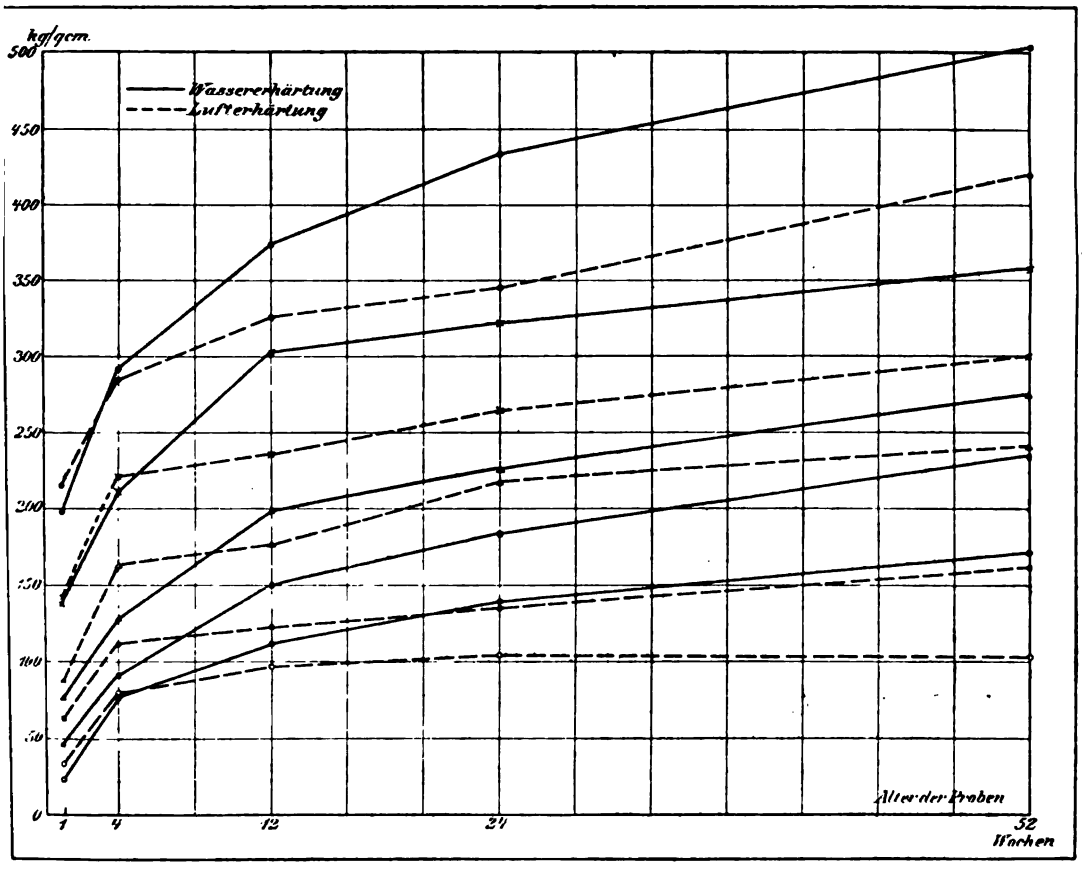


Fig. 7. Druckfestigkeit von Traß-, Cement- und Cement-Traß-Mörteln.

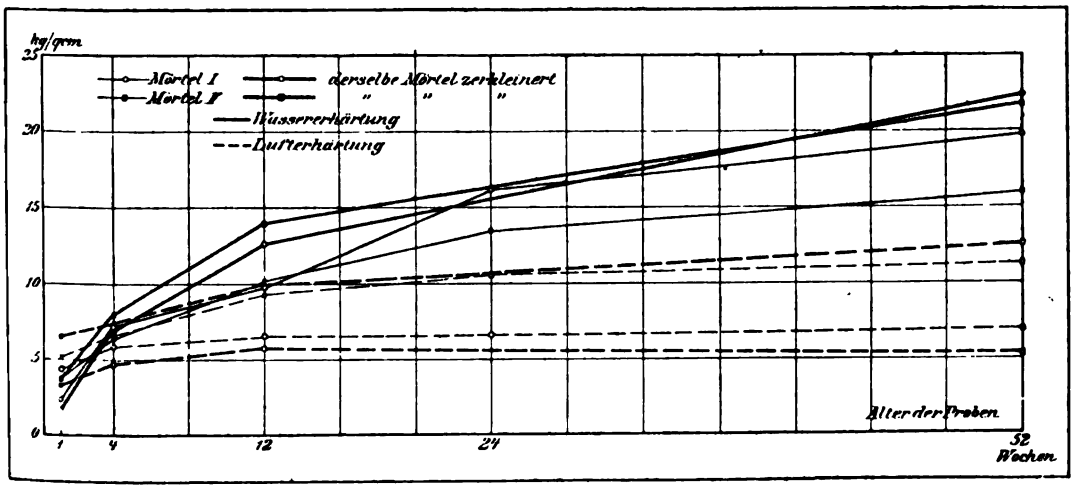


Fig. 8. Einfluß der Sandzerkleinerung auf die Festigkeit des Mörtels (Zugfestigkeit).

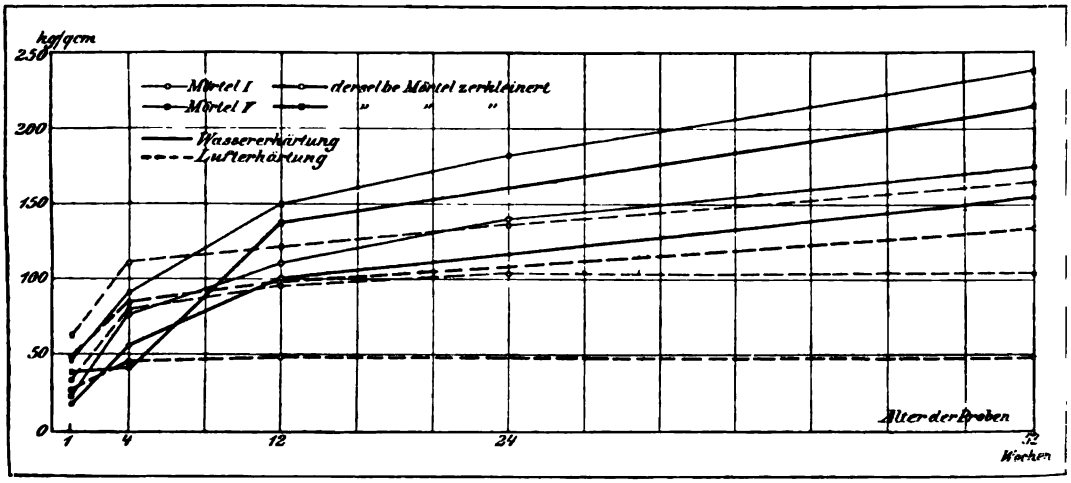


Fig. 9. Einfluß der Sandzerkleinerung auf die Festigkeit des Mörtels (Druckfestigkeit).

Der Grad der Abweichung in den Festigkeiten bei verschiedener Art der Erhärtung ist des leichteren Ueberblickes wegen durch die Verhältnißzahlen in Tabelle 21 (S. 83) veranschaulicht.

Wasserdichtigkeit.

5. Sämmtliche Cementmörtel waren schon von 7 Tagen an wasserdicht.

Die Traßmörtelproben vermochten bei der ersten Altersstufe (1 Woche) dem Wasserdrucke — in Folge zu geringer Festigkeit — nicht zu widerstehen; sie zerbrachen, sobald sie in den Apparat eingespannt waren und der Wasserdruck auf sie wirkte.

Mit zunehmendem Alter bezw. fortschreitender Erhärtung hielten sie den Wasserdruck aus, standen jedoch bis zu 12 Wochen Alter bei jeweiliger Prüfung erst nach längerer Beanspruchung durch Wasserdruck so dicht, daß sie kein Wasser mehr durchließen. Nach einem Jahre waren alle Proben dicht.

Schlußergebnisse.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich nachstehende Schlüsse ziehen:

a) Die Festigkeit von Traßmörtel wurde durch Zumischung von Cement oder Cementmörtel erhöht; dieser begünstigende Einfluß trat namentlich bei Lufterhärtung hervor.

b) Durch Zerkleinerung (Zertrümmerung) des Mörtelsandes wurde die Festigkeit des Mörtels — insbesondere die Druckfestigkeit — herabgesetzt. Diese Folgerung dürfte allgemein nur für Sande zutreffend sein, welche von vorn herein schon genügend feines Korn enthalten. Sind sie an solchem zu arm, sind also zu viel grobe Körner vorhanden, so wird jedenfalls eine Verbesserung des Mörtels durch künstliche Verfeinerung eines Theiles des Sandes erzielt werden können.

c) Bei reinem Cementmörtel bewirkte die Luftlagerung schnelleren Fortschritt der Zugfestigkeit, jedoch langsamere Zunahme der Druckfestigkeit, als die Wasserlagerung.

Das Gleiche gilt von den Cement-Traßmörteln, so lange der Cementantheil nicht unter eine gewisse Grenze geht. Von dieser Grenze an (d. h. sobald der Traßgehalt im Verhältniß zum Cementgehalt einen gewissen Grad übersteigt) bewirkte die Luftlagerung auch einen langsameren Fortschritt der Zugfestigkeit.

Tabelle Nr. 21. Verhältnißzahlen.

Einfluß der Art der Erhärtung auf die Festigkeit. Festigkeit der Wasserproben = 100.

Bezeichnung des Mörtels	Mörtelmischung in Raumtheilen	Art der Erhärtung	Zugfestigkeit nach					Druckfestigkeit nach				
			1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr	1 Woche	4 Wochen	12 Wochen	24 Wochen	1 Jahr
I	1 Kalkteig + 1½ Traßmehl + 1½ Bausnd.	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	191	82	67	41	36	137	102	87	74	59
II	1 Cement + 3 Bausand	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	108	81	90	103	105	193	97	87	77	84
III	½ Mörtel I + 1 Mörtel II	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	94	91	84	97	117	102	104	78	82	84
IV	1 Mörtel I + 1 „ II	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	105	124	114	92	101	116	121	88	97	88
V	1 Mörtel I + ½ „ II	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	134	103	92	79	71	140	122	82	75	69
VI	Mörtel I im Walzwerk zerkleinert	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	213	66	46	—	25	140	97	49	—	32
VII	Mörtel V im Walzwerk zerkleinert	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	145	86	71	—	58	124	92	71	—	62
VIII	Mörtel I mit vorher zerkleinertem Sande	Unter Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		An der Luft	219	72	46	40	32	136	109	81	47	43

Die Luftlagerung, mit anderen Worten der Mangel an Wasserzufuhr, wirkte ungünstig auf die Erhärtung der reinen Traßmörtel.

Von einem gewissen Alter an fand ein schätzbarer Fortschritt der Erhärtung überhaupt nicht mehr statt.

d) Der nachtheilige Einfluß der Luftlagerung und die dadurch bewirkte mangelhafte Erhärtung der Luftproben bedingt auch den mit dem Alter der Mörtel zunehmenden Unterschied zwischen den Festigkeiten der Luft- und Wasserproben.

Dieser Einfluß der Luftlagerung machte sich anfänglich, d. h. bei den jungen Proben, scheinbar nicht geltend; denn die Luftmörtel zeigten in den ersten Wochen höhere Festigkeiten als die Wasserproben gleichen Alters. Diese Erscheinung ist indeß leicht erklärlich. Sie ist darauf zurück zu führen, daß der Zusammenhang der Mörtelproben, der im Anfangsstadium der Erhärtung mehr eine Folge der mechanischen Verdichtung der Probekörper durch das Einschlagen als des chemischen Erhärtungsvorganges ist, bei den trockenen Luftproben größer ist, als bei den Wasserproben, deren Widerstandsfähigkeit gegen Zug-, noch mehr aber gegen Druck-

beanspruchung durch den Wassergehalt herabgesetzt wird. Bei den älteren Proben überwiegt der Einfluß der (bei den Wasserproben in höherem Grade vor sich gehenden) chemischen Erhärtung diese Wirkung des aufgenommenen Wassers.

e) Die Wasserdichtigkeit der Traßmörtel wurde durch Zusatz von Cement bezw. Cementmörtel erhöht.

Diese Schlußfolgerung erleidet auf Grund der Ergebnisse der Versuchsreihen 4 und 5 insofern eine Beschränkung, als bei zu geringem Cementzuschlag einerseits und zu hohem Kalkgehalt andrerseits die Wasserdichtigkeit in Frage gestellt werden kann. —

Die Schlußfolgerungen unter c und d decken sich mit den Ergebnissen früherer von mir mitgetheilter Versuche über den Einfluß der Luftlagerung auf die Erhärtung der Traßmörtel [Mittheilungen 1900 Heft 4] und bestätigen die bei diesen Untersuchungen gemachte Erfahrung, daß die Erhärtung von Traßmörtel nur in Gegenwart genügender Feuchtigkeit vor sich geht und fortschreitet.

Diese Thatsache ist natürlich von außerordentlicher Wichtigkeit und Tragweite, namentlich in Fällen, in denen es sich um die Verwendung von Traßkalkmörtel zu Thalsperrenbauten handelt; denn auch bei diesem kommt das Mauerwerk zum Theil entweder gar nicht oder nur zeitweise mit Wasser in Berührung.

Wegen des unzuverlässigen Verhaltens der Traßkalkmörtel bei Lufterhärtung hält Bachmann, der ehemalige Leiter des Baues der Thalsperre Lingese[1]), die Verwendung dieser Mörtel trotz deren langsamer Erhärtung nicht für alle Fälle für vortheilhaft. Mit Recht sagt er hierzu in seinem Bericht über die genannte Thalsperre:

> „Dem Vortheil des Traßmörtels der langsamen Erhärtung, welcher weniger Vorsichtsmaßregeln erfordert, steht als Nachtheil ein völliger Stillstand der Erhärtung bei mangelnder Wasserzuführung gegenüber."

Als besonders geeignet für Thalsperren bezeichnet er auf Grund eigener Versuche den Cementkalkmörtel, namentlich in der Mischung 1 Rthl. Cement + ½ Rthl. Kalkbrei + 5 Rthl. Sand.

Die mangelhafte Erhärtung bezw. der geringe Festigkeitsfortschritt der Traßkalkmörtel bei Luftlagerung läßt sich nur damit erklären, daß der Erhärtungsvorgang bei diesen Mörteln, welcher auf der Bindung der im Traß enthaltenen löslichen Kieselsäure mit dem Kalkhydrat zu Kalkhydrosilikat beruht, sich nur bei Gegenwart von Wasser vollziehen kann. (Im trockenen Zustande reagiren Kieselsäure und Kalkhydrat nicht aufeinander.) Dagegen dürfte der Stillstand und Rückgang der fraglichen Mörtel in der Festigkeit noch in einer anderen Ursache begründet sein, nämlich in der Zersetzung der Mörtel durch die Kohlensäure der Luft, vorausgesetzt, daß die von v. Fuchs[2]) aufgestellte Theorie hinsichtlich des Verhaltens hydraulischer Mörtel bei Luftlagerung richtig ist. Dieser Forscher behauptet nämlich, daß die Kohlensäure unter gewissen Verhältnissen die Zersetzung eines hydraulischen Mörtels bewirken kann und begründet seine Ansicht wie folgt:

> „Uebrigens kann die Kohlensäure auch zersetzend auf den hydraulischen Kalk einwirken und das vorzüglich dann, wenn ein sehr lockerer Cement (ursprünglicher Bedeutung)

---

[1]) Lingese-Thalsperre bei Marienhaide. Centralblatt der Bauverwaltung. Jahrg. 1901 Nr. 19 S. 115 und 116.

[2]) Feichtinger, Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien. Jahrg. 1885 S. 205.

dazu genommen worden ist, womit sich selten ein sehr cohärentes Produkt bildet, wie es z. B. der Fall ist, wenn man feine und lockere chemisch präparirte Kieselsäure als Cement verwendet. Die Kohlensäure, welche in die lockere poröse Masse überall eindringen kann, bemächtigt sich allmählich des Kalkes und die Kieselsäure wird ausgeschieden und somit der Zusammenhang ganz aufgehoben."

Feichtinger[1]) bestätigt diese Ansicht unter Hinweis auf Beobachtungen, die an Mörteln aus Santorinerde[2]) gemacht worden sind, deren Verhalten bei Luftlagerung das Ergebniß der oben besprochenen Versuche in interessanter Weise belegt. Auch Mörtel aus Santorinerde, welche bekanntlich mit Kalk einen vorzüglichen hydraulischen Mörtel liefert und schon seit langer Zeit in den am Mittelländischen Meere gelegenen Ländern zu Wasserbauten benutzt wird, „erhärtet nur unter Wasser und behält seine im Wasser erlangte Härte nur so lange, als er im Wasser belassen wird, verliert dieselbe jedoch, wenn man ihn dann der Luft aussetzt."

Feichtinger führt dieses merkwürdige Verhalten des Santorinmörtels bei Lufterhärtung auf die zersetzende Wirkung der Kohlensäure zurück. „Die Santorinerde", sagt er, „wirkt als Cement durch ihren Gehalt an freier amorpher Kieselsäure, welche sich unter Mitwirkung von Wasser mit dem Kalke zu kieselsaurem Kalk verbindet. Diese Verbindung wird aber an der Luft durch die Einwirkung der Kohlensäure zerlegt; es bildet sich kohlensaurer Kalk unter Abscheidung von Kieselsäure und der Mörtel verliert in Folge dessen seinen Zusammenhang."

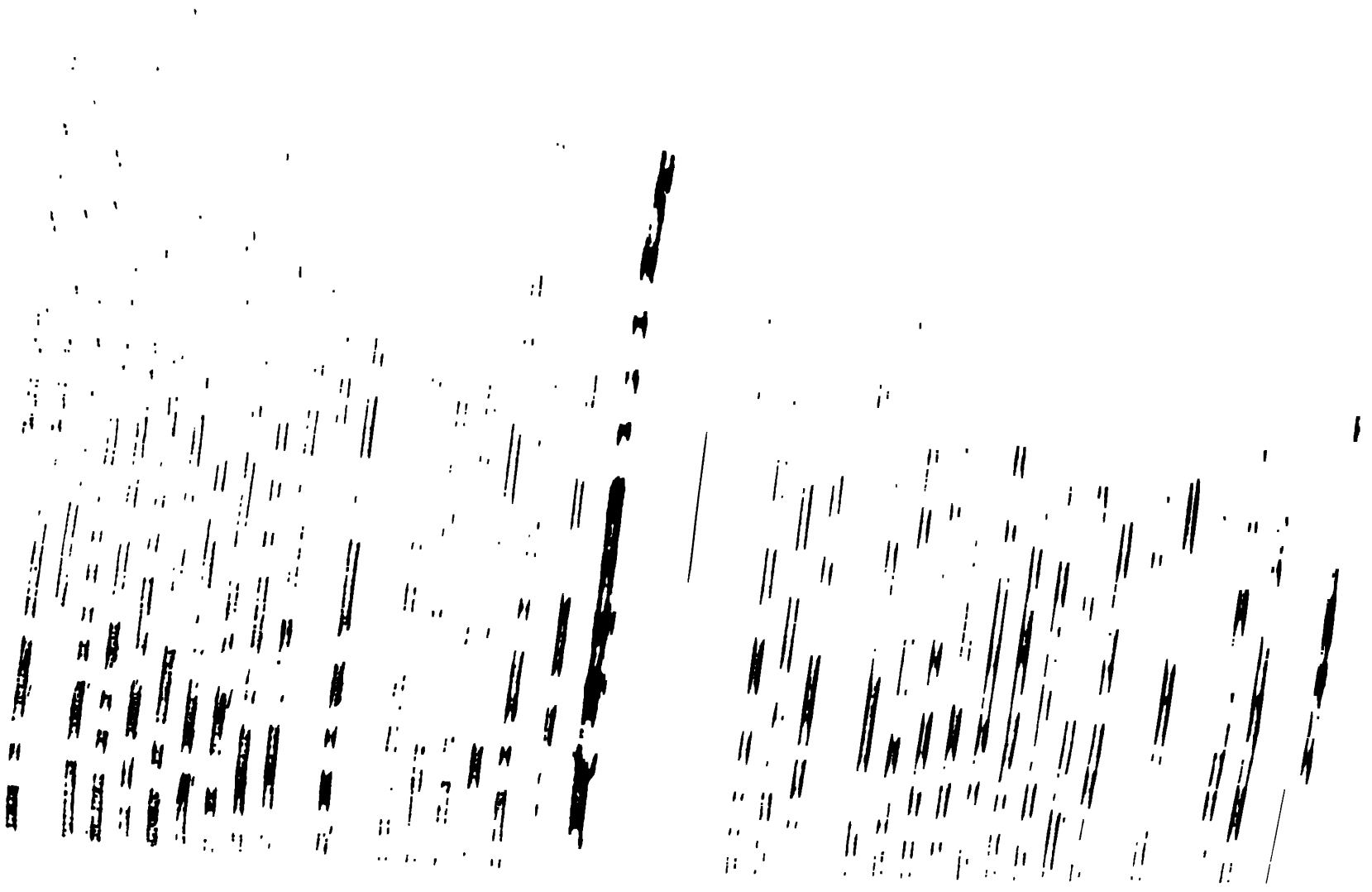
Von gleicher Bedeutung wie die Frage der Erhärtung von Traßmörtel bei ungenügender Wasserzufuhr ist auch das aus den Versuchsreihen 4 und 5 hervorgehende Ergebniß, nach welchem die Verwendung von Kalkpulver aus hydraulischen (Mager-) Kalken den Traßmörtel gegebenen Falls wasserdurchlässig macht. Hierauf dürfte insbesondere auch dann Rücksicht zu nehmen sein, wenn die Benutzung solcher Kalke zur Herstellung von Mörtel oder Beton zu Bauten im Seewasser in Frage kommt, da nach den bisherigen Erfahrungen die Zerstörung der Mörtel im Meerwasser hauptsächlich eine Folge undichter Beschaffenheit des Mörtels ist, weniger jedoch durch chemische Einflüsse bewirkt wird.

Nach Abschluß dieser Arbeit sind dem Verfasser Beobachtungen aus der Praxis in neuester Zeit bekannt geworden, welche die nach dieser Richtung hin bei den Versuchen gewonnenen Ergebnisse durchaus bestätigen. Diese Beobachtungen, über welche in der französischen Fachzeitschrift „Le Ciment"[3]) berichtet wird, sind von Equer, einem Angestellten des Tiefbauamtes der französischen Marine, gemacht worden und beziehen sich auf das Verhalten von Mörtel, der zum Bau des Trockendocks von Castigneau im Arsenal von Toulon verwendet worden war und aus hydraulischem Kalk aus der Gegend von Toulon bestand. „Der Mörtel in den Fugen der Quadersteine hat sich, wie Equer der Cement-Kommission beim Ministerium der öffentlichen Arbeiten in seinem Bericht über die beobachteten Zersetzungserscheinungen u. A. mittheilt, in allen Fugen zersetzt, in welche das Wasser eingedrungen ist. Der Beton im Innern der Mauern wird nach Maßgabe der Annäherung an die Schlußmauern immer schlechter. Unmittelbar an der Mauer hat die Zerstörung einen bedeutenden Umfang erreicht und ist sehr deutlich sichtbar. Die Oberfläche des Betons, welcher mit dem

[1]) Feichtinger, Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien. Jahrg. 1885 S. 85 u. 205.

[2]) Santorinerde ist ein vulkanisches Tuffgestein wie Traß.

[3]) „La Décomposition des Mortiers par l'eau de mer". Le Ciment. Jahrg. 1901 Nr. 4 S. 59. Uebersetzt: Thonindustrie-Zeitung. Jahrg. 1901 Nr. 58 S. 922.



Versuchsreihe I.

Die erste Versuchsreihe umfaßte Zug- und Bruchproben. Als Probematerial dienten:

1. 10 vom Antragsteller eingelieferte gußeiserne Flachstäbe von den Abmessungen Fig. 1.
2. 2 zerbrochene gußeiserne Quadratstäbe von 30 × 30 mm Querschnitt und
3. 1 Gußstück mit U-förmigem Querschnitt, dessen einer Schenkel am Steg abgebrochen war (s. Fig. 6).

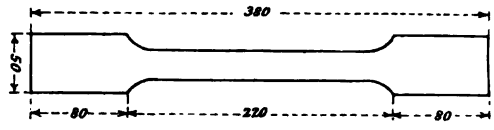


Fig. 1.

Die unter 2 und 3 genannten Proben waren dem Lagerbestande der Versuchsanstalt entnommen.

Zu den Zugversuchen wurden

3 der unter 1. genannten Flachstäbe im Anlieferungszustande verwendet und

6 Flachstäbe, nachdem sie in der Mitte durchgebrochen und wieder zusammengelöthet waren.

Als Bruchproben dienten:

2 Winkelstücke nach Fig. 2, die durch Zusammenlöthen von Bruchstücken des zehnten Flachstabes erhalten waren, und

die oben unter 2 und 3 genannten Proben nach dem Wiederzusammenlöthen der alten Bruchflächen.

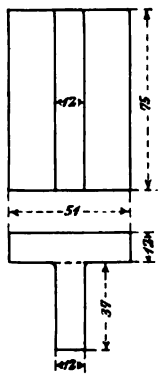


Fig. 2.

Zur Herstellung der Löthungen waren eingeliefert:

a) eine Blechbüchse mit röthlicher Masse (angeblich Kupferoxydul),
b) eine Büchse mit Messingfeilspähnen,
c) eine Büchse mit sog. Grauloth,
d) eine Flasche mit hellgelber Anmacheflüssigkeit,
e) Borax und
f) Messingdraht.

Die unter (a) genannte Masse wurde mit der Anmacheflüssigkeit (d) zu breiiger Pasta angerührt und diese auf die zuvor mittelst Drahtbürste gereinigten Bruchflächen aufgetragen. Die letzteren wurden dann durch Umwinden der Stücke mit Draht fest an einander gepreßt und bis zum Fließen der Pasta auf dem Schmiedefeuer schwach erhitzt. Die abgeflossene Pasta wurde durch Auftragen neuer Masse außerhalb des Feuers ersetzt und die Proben dann auf ein starkes Flacheisen gelegt unter Verwendung einer dünnen Lehmschicht oder Asbest als Zwischenlage. Letztere war innerhalb des Bereiches der Löthstelle unterbrochen.

Alsdann wurde auf die Löthstelle reichlich Messingspähne (b) und daneben Messingdraht (f) gelegt und schließlich Borax darüber geschüttet.

Die so vorgerichteten Proben wurden unter stetiger Zugabe von viel Borax auf dem Schmiedefeuer und zwar die Proben 1—4 auf Holzkohlenfeuer, die übrigen auf gemischtem Feuer (Koks und Holzkohle) erhitzt, bis die Messingdrähte zum Schmelzen kamen. Dann wurde der flüssigen Masse auf der Probe von dem Grauloth zugesetzt und die Probe aus dem Feuer genommen.

Der Zerreißstab 1 erwies sich als schlecht gelöthet; die Stäbe 2 und 3 waren um etwa 3—4,5 mm krumm; der Stab 6 brach beim Einspannen in den Schraubstock an der Löthstelle und die herabfallende Hälfte nochmals durch; das eine Winkelstück fiel im rothwarmen Zustande zur Erde und zerbrach. Alle diese Stücke wurden daher nochmals gelöthet und zwar

der Stab 6 an zwei Stellen. Nach dem Löthen waren die Stäbe 2 und 6 so fest mit den untergelegten Flacheisen verbunden, daß sie mit dem Meißel losgebracht werden mußten. Stab 6 zerbrach hierbei zwischen den beiden Löthstellen, sodaß er von der Prüfung ausgeschlossen werden mußte; aus Stab 2 brach ein Stück heraus, er wurde daher auf geringere Breite abgearbeitet.

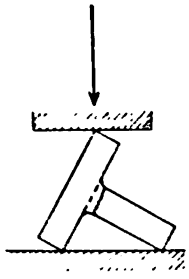


Fig. 3.

Die Ergebnisse der Zerreißversuche sind aus Tab. 1 zu ersehen; die Abmessungen der Bruchproben, die Art ihrer Belastung und den Verlauf der Brüche zeigen Fig. 3—6, in denen die gestrichelten Querlinien die Lage der Löthfuge und die ausgezogenen zackigen Linien die Lage der Brüche bezeichnen.

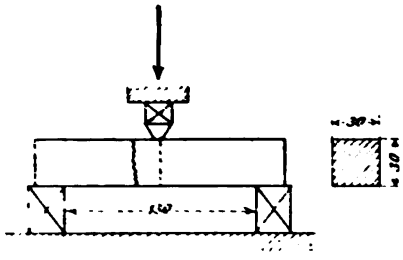


Fig. 4.

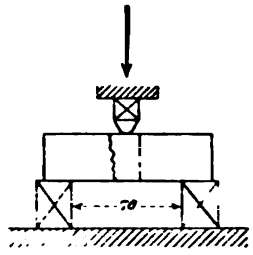


Fig. 5.

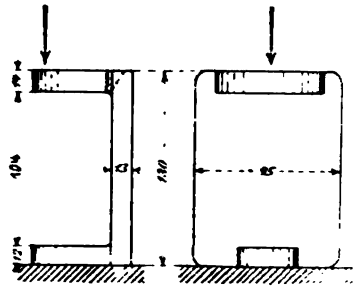


Fig. 6.

Tabelle 1. **Ergebnisse der Zugversuche. Reihe I.**

Probe Nr.	Zustand	Ursprüngliche Abmessungen				Bruchlast		Lage des Bruches
		Breite mm	Dicke mm	Querschnitt qmm	Versuchslänge mm	Gesammt kg	kg qmm	
1		36,5	12,3	449	220	5680	12,7	Am Kopf.
2		27,6	12,2	337	87	2920	8,7	In der Löthnaht.
3	gelöthet	36,1	11,8	426		4240	10,0	
4		36,3	11,9	432	220	5830	13,5	Am Kopf.
5		36,3	12,5	454		5400	11,9	
7		37,0	12,0	444		5080	11,4	
8	ungelöthet	37,0	12,5	463	220	6380	13,8	Am Kopf.
9		37,0	12,0	444		4280	9,6	

Versuchsreihe II.

Die zweite Versuchsreihe erstreckte sich nur auf Zerreißproben, die aus 10 gußeisernen Flachstäben von etwa 35 × 12 mm Querschnitt und 350 mm Länge in der Versuchsanstalt nach Fig. 7 hergestellt wurden, nachdem von ihnen zuvor 5 beliebig ausgewählte Stäbe in der Mitte zerbrochen und wieder zusammengelöthet waren. Die hierzu vom Antragsteller eingelieferte Löthmasse bestand aus:

Fig. 7.

a) „Löthpasta für Gußeisen", „Ferrofix" genannt,
b) „Anrührflüssigkeit",
c) einem Flußmittel „Borfix" genannt und
d) „Messingloth".

Zum Löthen wurden wie bei Reihe I die mit der Drahtbürste behandelten Bruchflächen mit dem aus „Ferrofix" und der Anrührflüssigkeit hergestellten Brei bestrichen, durch Drahtumwickelung zusammengepreßt und dann auf dem Schmiedefeuer bis zum Fließen der Pasta erhitzt. Das Löthen selbst erfolgte wie beim gewöhnlichen Hartlöthen. Das Messingloth wurde aufgetragen, nachdem es zuvor mit Wasser und dem „Borfix" als Flußmittel zum Brei angemacht war.

Aufblähen, wie es bei Verwendung von Borax einzutreten pflegt, fand nicht statt.

Bei Probe 2 war das Loth nicht völlig durchgeflossen; diese Probe wurde daher zum zweiten Mal gelöthet.

Sämmtliche Stäbe waren in der Mitte um etwa 0,2—2,1 mm durchgebogen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die ermittelten Festigkeiten (s. Tab. 2) durch die in gebogenen Stäben bei Zugbelastung entstehenden Biegungsspannungen beeinträchtigt worden sind.

Tabelle 2. **Ergebnisse der Zugversuche, Reihe II.**

Probe Nr.	Zustand	Ursprüngliche Abmessungen				Durchbiegung in der Mitte auf 380 cm Länge	Bruchlast		Lage des Bruches
		Breite mm	Dicke mm	Querschnitt qmm	Versuchslänge mm	mm	Gesammt kg	kg/qmm	
1	gelöthet	25,3	11,3	286	95	1,1	4590	16,0	Theils in der Löthnaht, theils im vollen Material.
2		25,8	11,4	294	90	0,2	5110	17,4	Außerhalb der Löthstelle.
3		25,1	11,8	296	95	0,2	5730	19,4	
4		25,6	12,3	315		0,9	5555	17,6	
5		25,5	12,5	319		2,1	4455	14,0	
6	ungelöthet	24,8	12,2	303	100	0,3	5315	17,5	Innerhalb der Versuchslänge.
7		24,8	12,0	298		0,5	4980	16,7	
8		25,2	11,4	287	95	0,7	[4790]	[16,7]	Im Kopf.
9		25,0	11,8	295		0,8	5170	17,5	Innerhalb der Versuchslänge.
10		25,2	11,9	300		0,8	5170	17,2	

Die Versuchsergebnisse.

Von den 5 gelötheten Stäben der Versuchsreihe I (s. Tab. 1) ist nur Stab 2 in der Löthnaht gerissen. Die erzielte Bruchlast beträgt 8,7 kg/qmm gegenüber den mittleren Bruchlasten von 12,0 kg/qmm der übrigen gelötheten und von 11,7 kg/qmm der ungelötheten Stäbe. Diese Werthe sind indessen nicht zuverlässig, da die Stäbe sämmtlich im stärkeren Kopf rissen. Beim wiederholten Prüfen riß schließlich der gelöthete Stab 5 bei 14,2 kg/qmm theils in der Löthfuge, theils im vollen Material und der ungelöthete Stab 8 bei 17,1 kg/qmm innerhalb der Versuchslänge.

Bei den Bruchproben (s. Fig. 3—6) erfolgte der Bruch nur bei dem Stück Fig. 6 an der Löthfuge.

Bei der Versuchsreihe II (s. Tab. 2) riß Stab 1 bei 16,1 kg/qmm theils in der Löthfuge, theils im vollen Material; alle übrigen gelötheten Stäbe rissen außerhalb der Löthfuge. Die mittlere Bruchfestigkeit aller gelötheten Stäbe 1—5 betrug 16,9 kg/qmm, die der ungelötheten Stäbe 6—10 dagegen 17,2 kg/qmm. Hierbei ist zu beachten, daß die gelötheten Stäbe 1 und 5, welche vor dem Versuch die größten Durchbiegungen zeigten (1,1 und 2,1 mm in der Mitte) die geringsten Zugfestigkeiten aufweisen.

Das Gesammtergebniß läßt sich dahin zusammenfassen, daß es bei sorgfältiger Ausführung möglich ist, nach dem Verfahren von Pich Löthungen an Gußeisen herzustellen, die praktisch die gleiche Festigkeit besitzen wie das volle Material.

---

4. Wasserzeichenpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Die Einführung des Firmen- und Klassenwasserzeichens am 1. Januar 1893 machte dem Fabrikanten erhöhte Sorgfalt bei der Herstellung seiner Papiere zur Pflicht; so lange die Normalpapiere ohne Wasserzeichen hergestellt wurden (1886—1892), konnten Fehlfertigungen, mit denen auch die beste Fabrik rechnen muß, leicht anderweitig verwendet werden, nicht aber, nachdem das Papier schon auf der Papiermaschine als zu einer bestimmten Klasse gehörig gekennzeichnet wurde. Diese Gewährleistung von Eigenschaften schon zu einer Zeit, in der das Papier noch im Entstehen begriffen ist, mußte naturgemäß in der ersten Zeit den Fabrikanten zu dem Streben veranlassen, nicht nur die vorgeschriebenen Werthe, sondern zur eigenen Sicherung höhere zu erreichen. Hierauf ist es auch wohl zurückzuführen, daß die Anzahl derjenigen Papiere, die dem Wasserzeichen entsprachen, in den ersten Jahren nach der Einführung am größten war. Im Jahre 1893 erfüllten rund 85%, 1894 rund 88% die Bedingungen des Klassenzeichens. Diese Werthe sind in den folgenden Jahren nicht wieder erreicht worden. Die Procentsätze der genügenden Papiere schwankten in den Jahren 1895 bis 1900 von rund 78—82%.

Dieser Rückgang wird in verschiedenen Ursachen seine Erklärung finden; zunächst in dem wirthschaftlich richtigen Bestreben, die Papiere nicht erheblich besser, sondern nur so herzustellen, wie sie verlangt werden; hiermit vergrößert sich naturgemäß die Gefahr, unterhalb der erstrebten Grenze zu bleiben; die Zahl der Fehlfertigungen wird also zunehmen. Weiter von Einfluß dürfte das stetige Sinken der Papierpreise während der 90er Jahre gewesen sein, das den Fabrikanten zur Verwendung weniger guter, billiger Rohstoffe führte; hierin lag eine neue Gefahr für minderwerthige Fertigungen. Schließlich kam noch hinzu, daß die Erzeugung von Normalpapier nicht nur von bewährten Fabriken, sondern theilweise auch von solchen aufgenommen wurde, denen die Fabrikation große Schwierigkeiten machte und die den Procentsatz der nicht genügenden Papiere wesentlich erhöhten.

Um einen Gesammtüberblick über die Leistungen der Normalpapierfabriken in der Herstellung der Wasserzeichenpapiere während der Jahre 1893—1900 zu gewinnen, sind die Ergebnisse der Prüfung in den nachstehenden Tabellen von verschiedenen Gesichtspunkten aus zusammengestellt.

In den nachfolgenden Zusammenstellungen sind zunächst die mittleren Jahresleistungen der Fabriken bei Erzeugung von Papieren der einzelnen Verwendungsklassen gegenübergestellt;

sie enthalten unter jedesmaliger Angabe der Anzahl der in jedem Jahr geprüften Papiere die Jahres-Mittelwerthe für Reißlänge, Bruchdehnung und Aschengehalt. (Tabellen siehe S. 92—103.)

Die Zusammenstellungen geben zunächst Aufschluß über die Anzahl der Fabriken, die sich mit der Herstellung der Papiere der verschiedenen Verwendungsklassen befassen.

Es wurden hergestellt Papiere der

Verwendungsklasse	1	von	16	Fabriken,
„	2a	„	27	„
„	2b	„	28	„
„	3a	„	49	„
„	3b	„	43	„
„	4a	„	56	„
„	4b	„	53	„

Aus sämmtlichen Tabellen ist zu ersehen, daß sich von Jahr zu Jahr mehr Fabriken mit der Herstellung von Normalpapieren befaßten, während nur vereinzelte Firmen die Herstellung von Normalpapier wieder aufgegeben haben. Die so oft ausgesprochene Befürchtung, daß sich die Erzeugung dieser Papiere allmählich zu einem Monopol weniger Fabriken ausbilden würde, ist also grundlos gewesen.

Bildet man aus den Jahres-Mittelwerthen der einzelnen Fabriken die Gesammt-Jahresmittel für die verschiedenen Verwendungsklassen, so ergiebt sich folgende Uebersicht. (Tabelle siehe S. 102—103.)

Als Gesammtmittel aus sämmtlichen Prüfungen der Jahre 1893—1900 ergeben sich folgende Werthe.

Verwendungsklasse	Anzahl der Papiere	Reißlänge m	Dehnung %	Aschengehalt %
1	84	5883	4,8	1,1
2a	553	5211	4,4	1,1
2b	339	4455	3,8	1,2
3a	1601	4310	3,5	2,6
3b	1151	4008	3,1	2,6
4a	870	4014	3,0	9,9
4b	835	4078	2,9	10,5

Diese Zusammenstellung zeigt zunächst, daß vorzugsweise Papiere der Verwendungsklassen 3a und 3b zur Prüfung eingereicht wurden; mehr als die Hälfte aller Papiere gehört diesen beiden Klassen an. Man kann nun wohl annehmen, daß die Anzahl der geprüften Papiere bis zu einem gewissen Grade einen Schluß zuläßt auf das vorzugsweise verbrauchte Material; unter dieser Annahme läge somit der Hauptverbrauch an Normalpapieren in erster Linie bei der Klasse 3a und dann bei 3b. Der den Behörden so oft gemachte Vorwurf, daß sie als Aktenpapier vorzugsweise Papiere der unteren Klassen (4a und 4b) verwenden, erscheint somit nicht berechtigt.

In dem Mittelwerth der Reißlänge für Normal 1 kommt die Schwierigkeit der Herstellung dieser Papiersorte zum Ausdruck. Während bei allen übrigen Klassen die Mittelwerthe die für die betreffenden Klassen verlangten Werthe übertreffen, theilweise sogar recht erheblich, bleibt das Mittel bei Normal 1 hinter dem verlangten Werth von 6000 m zurück.

Papiere der

Firma Nr.	1893					1894					1895					1896				
	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge [1])	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche
6	—	—	—	—	—	1	5575	5,7	1	0,8	2	6300	6,2	2	0,7	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	1	5825	4,1	1	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	1	6225	4,7	1	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	1	5500	4,5	1	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	1	5800	4,6	—	—	2	6350	5,5	—	—	—	—	—	—	—	1	5850	5,9	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6100	5,1	2	0,8
42	4	6000	4,9	4	0,7	7	5750	4,3	7	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46	—	—	—	—	—	1	5700	5,0	1	1,1	—	—	—	—	—	2	6100	4,9	2	1,3
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	**5950**	**4,8**	**4**	**0,7**	**14**	**5850**	**4,7**	**12**	**0,9**	**2**	**6300**	**6,2**	**2**	**0,7**	**5**	**6050**	**5,2**	**4**	**1,1**

Papiere der

3	2	4725	4,3	2	0,8	1	5275	4,2	1	0,5	—	—	—	—	—	1	4850	3,9	1	1,0
6	8	5300	5,3	8	1,0	7	5350	5,2	7	0,8	3	5050	4,2	3	0,9	9	5200	5,0	9	0,9
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5325	3,7	1	1,3
8	5	5050	4,4	5	1,1	8	4950	4,4	8	1,1	5	5050	4,2	5	1,0	2	5050	4,0	2	1,2
9	3	5175	4,7	3	0,9	4	5000	5,0	4	0,8	1	5050	4,7	1	0,5	1	4525	4,9	1	1,1
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5000	4,0	2	1,1
14	10	5350	4,1	10	1,2	10	5150	4,1	10	1,2	12	4975	3,9	9	1,3	15	4875	3,9	15	1,4
15	1	5225	4,4	1	0,9	4	4800	3,9	4	1,2	5	4900	4,2	5	1,1	9	5125	4,2	9	1,1
17	—	—	—	—	—	1	5050	3,6	1	1,8	2	4975	3,7	2	1,3	2	5475	3,3	2	1,1
23	—	—	—	—	—	3	5225	4,4	3	1,0	5	5425	4,7	5	1,1	3	5400	4,5	3	1,2
29	1	5700	4,5	1	1,5	3	5400	4,0	3	1,3	1	5625	4,4	1	1,4	2	5325	4,1	2	1,3
31	4	4750	4,2	—	—	10	5125	4,0	4	1,4	7	5150	4,3	2	1,5	9	5275	4,6	5	1,5
33	4	5125	3,7	4	1,2	1	5150	3,3	1	1,0	1	5275	4,6	1	0,6	—	—	—	—	—
35	10	5625	4,9	10	1,0	6	5575	5,0	6	0,9	8	5350	5,1	8	1,1	4	5625	4,9	4	1,0
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4925	3,7	1	1,4
37	1	5375	4,7	1	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5475	4,1	1	1,0
39	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4850	4,0	3	1,6
41	5	5075	4,0	5	1,0	9	4900	4,1	9	0,8	2	4175	3,5	2	1,0	4	4725	3,5	4	1,0
42	4	5650	4,5	4	0,8	—	—	—	—	—	1	5625	3,7	1	0,9	1	5700	4,2	1	0,6
44	3	5225	4,5	3	1,6	5	5275	4,4	5	1,8	4	5400	4,9	4	1,4	9	5300	4,6	9	1,4
46	—	—	—	—	—	2	4650	4,1	2	1,2	1	4675	4,3	1	1,6	1	4650	4,2	1	1,8
48	—	—	—	—	—	1	5225	4,8	1	1,0	2	5250	4,7	2	1,9	3	5100	4,5	3	1,6
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6025	5,0	1	2,0	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	61	**5275**	**4,5**	**57**	**1,1**	**75**	**5125**	**4,4**	**69**	**1,1**	**61**	**5125**	**4,4**	**58**	**1,2**	**84**	**5125**	**4,3**	**79**	**1,2**

[1]) Die Reißlänge iſt durchweg in m, die Dehnung und Aſche durchweg in % angegeben.

Verwendungsklasse 1.

1897					1898					1899					1900					Firma Nr.
Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	
1	6150	5,5	1	0,6	1	6525	5,5	1	0,8	1	6700	5,7	1	0,8	1	6275	5,2	1	1,0	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	5875	4,7	2	1,0	2	5175	4,3	2	0,7	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6300	4,1	1	0,9	—	—	—	—	—	17
1	6250	3,8	—	—	1	5350	3,4	—	—	5	5575	4,2	5	1,6	8	5425	4,4	1	1,4	22
1	5850	5,5	—	—	1	6825	5,7	—	—	5	6425	5,1	5	1,2	2	5825	4,6	2	1,2	31
1	5425	5,2	1	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41
1	6125	4,6	1	0,9	1	5850	5,1	1	0,6	2	5925	4,4	2	1,0	2	5925	4,4	3	1,0	42
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5975	5,9	2	1,6	46
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5950	5,1	2	0,9	—	—	—	—	—	35
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5125	4,9	3	1,3	—	—	—	—	—	48
—	—	—	—	—	1	5675	4,5	1	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6300	5,8	2	1,7	1	5775	5,3	1	1,5	66
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5700	4,7	—	—	63
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6375	6,6	1	1,8	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6400	5,0	1	1,3	68
5	**5950**	**4,9**	**3**	**0,8**	**5**	**6050**	**4,8**	**3**	**0,7**	**27**	**5925**	**4,8**	**23**	**1,3**	**21**	**5700**	**4,8**	**14**	**1,2**	

Verwendungsklasse 2a.

2	5050	4,3	2	0,9	3	4650	3,6	3	0,8	1	6100	5,1	1	0,8	2	5550	4,2	2	0,7	3
7	5450	4,6	7	0,8	6	5275	4,5	6	1,1	16	5325	4,7	16	1,1	13	5475	4,6	13	0,9	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
2	5400	4,4	2	1,0	3	5725	4,7	3	1,1	2	5650	4,5	2	1,1	2	5700	4,9	2	0,8	8
3	4500	4,5	3	0,8	1	5000	4,7	1	0,6	1	4875	5,1	1	0,5	3	4375	4,6	3	0,8	9
2	5175	4,6	2	1,1	2	5125	4,8	2	1,4	4	5025	4,5	1	1,1	2	5150	4,9	2	0,9	12
15	5000	3,8	15	1,1	11	5250	3,9	11	1,1	7	5525	4,0	7	1,0	9	5225	4,3	9	0,9	14
7	5300	4,3	7	1,0	10	5350	4,3	10	1,1	11	5475	4,5	11	1,1	9	5325	4,4	9	1,0	15
3	5350	3,7	3	0,7	2	5700	4,3	2	1,3	2	5850	4,5	2	1,0	—	—	—	—	—	17
1	4600	3,5	1	1,3	1	4750	4,7	1	1,3	2	5650	4,6	2	1,0	—	—	—	—	—	23
1	4950	4,0	1	1,6	1	5600	4,4	1	1,5	3	5000	3,8	2	1,6	1	4800	3,6	1	1,4	29
2	4900	4,5	2	1,3	1	5100	4,0	1	1,4	2	5325	4,5	2	1,3	2	5250	4,2	2	1,4	31
1	5600	4,4	1	0,8	—	—	—	—	—	1	5300	3,6	1	0,6	—	—	—	—	—	33
4	5400	4,6	4	1,1	3	5275	4,4	3	1,1	4	5875	5,0	4	1,2	4	5625	5,1	4	1,0	35
1	5000	4,5	1	1,1	1	5225	4,9	1	0,6	1	5000	3,6	1	1,0	1	5650	4,4	1	1,0	36
1	4950	3,9	1	1,0	2	5900	4,6	2	1,0	2	5625	4,1	2	1,0	—	—	—	—	—	37
1	4725	4,1	1	1,6	1	4800	4,8	1	1,8	2	4975	4,7	2	1,4	5	4675	4,4	5	1,5	39
2	4275	3,2	2	1,0	3	5375	4,5	3	2,3	2	5400	4,5	2	1,0	4	5300	4,5	4	0,9	41
1	5325	4,6	1	0,9	1	5400	4,7	1	0,9	1	5550	4,9	1	0,9	1	6275	3,7	1	0,8	42
3	4925	4,1	3	1,6	4	5525	4,8	4	1,8	2	5225	5,5	2	2,0	6	5575	5,2	6	1,8	44
1	4825	3,8	1	1,8	2	4775	4,4	2	1,9	2	4700	4,3	2	2,1	2	5125	4,8	2	1,7	46
3	5600	4,5	3	1,9	—	—	—	—	—	2	5150	5,5	2	1,4	3	4900	5,0	3	1,5	48
—	—	—	—	—	1	5850	4,7	1	0,9	2	4950	3,7	2	1,5	—	—	—	—	—	54
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5025	4,2	3	1,5	1	4550	3,0	1	1,6	22
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4450	4,4	2	1,3	—	—	—	—	—	50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6550	6,0	1	1,6	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5375	4,3	1	1,0	52
63	**5125**	**4,2**	**63**	**1,1**	**59**	**5300**	**4,4**	**59**	**1,2**	**78**	**5325**	**4,5**	**73**	**1,2**	**72**	**5300**	**4,6**	**72**	**1,0**	

Firma Nr.	1893					1894					1895					1896				
	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche
27	1	5100	3,7	1	3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4525	3,6	3	2,7
29	4	5050	3,4	4	2,4	2	4625	3,1	2	2,2	3	4625	3,1	3	2,2	6	4850	3,4	6	1,8
31	5	4625	3,6	2	2,1	5	4525	3,4	—	—	5	4500	3,4	—	—	4	4350	3,5	4	2,1
32	3	3475	2,7	3	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	5	4475	3,2	5	5,1	3	4650	3,1	3	2,4	—	—	—	—	—	4	4450	3,4	4	1,6
34	—	—	—	—	—	1	3550	3,0	1	8,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	6	4700	3,9	6	3,4	4	4750	4,3	4	2,4	3	4600	4,3	3	2,3	3	4775	4,4	3	2,2
36	1	4875	3,3	1	3,0	1	4500	3,3	1	3,3	2	4025	2,9	2	3,9	4	4250	3,4	4	3,1
37	—	—	—	—	—	1	5150	3,7	1	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4825	2,8	1	2,1
39	—	—	—	—	—	2	3975	3,1	2	1,1	2	3900	2,8	2	2,4	4	3975	3,0	4	2,3
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4525	3,2	3	2,4	1	3850	3,1	1	2,5
41	14	4475	3,6	14	3,9	4	4225	3,5	4	2,6	9	4100	3,5	9	1,3	19	4150	3,3	19	1,8
42	5	4500	4,0	5	2,6	7	4425	3,8	7	3,8	4	4450	3,6	4	3,6	12	4675	3,6	12	3,6
43	13	4450	3,3	13	2,2	8	4350	3,3	8	1,9	11	4375	3,3	11	1,6	8	4075	3,0	8	1,6
44	5	4500	3,5	5	1,5	5	4425	3,4	5	1,6	3	4500	3,3	3	1,3	18	4500	3,2	18	1,5
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3950	3,4	5	3,8
51	—	—	—	—	—	1	4425	4,2	1	1,3	1	3650	3,7	1	1,0	1	4450	2,9	1	2,0
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4500	3,4	1	1,0	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5650	3,7	1	5,5	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3700	2,7	1	4,6
61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	186	4400	3,6	188	2,7	118	4340	3,5	108	2,6	189	4350	3,5	186	2,7	286	4300	3,4	286	2,5

Papiere der

1	7	4200	3,0	7	1,2	7	3925	2,6	7	1,4	7	4050	2,8	7	1,3	16	3950	2,5	16	1,5
2	2	4000	3,1	2	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	1	4050	2,7	1	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1	4675	3,8	1	3,3	4	4125	3,1	4	2,8	2	4375	2,9	2	2,2	16	3950	2,7	16	3,5
5	3	4000	3,6	3	1,4	1	4300	3,5	1	2,5	6	3850	3,0	6	1,2	5	3750	3,0	5	1,2
6	7	4250	3,5	7	2,9	7	4300	3,7	7	3,3	8	4250	4,0	8	4,5	12	3900	3,5	12	4,1
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	1	5175	3,6	1	2,0	5	4400	3,4	5	2,4	1	4600	3,6	1	3,0	3	3950	3,3	3	2,3
9	1	3525	3,1	1	0,9	4	3600	3,6	4	1,1	1	3950	3,7	1	1,0	3	3600	3,5	3	1,1
12	1	4175	3,1	1	4,5	4	4375	3,2	4	4,4	3	4250	2,9	3	3,5	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3175	2,7	3	3,9	1	3475	2,4	1	8,5
14	8	3875	3,4	8	3,3	9	4025	3,4	9	3,5	15	4050	3,3	16	4,2	22	4050	3,1	22	3,8
15	—	—	—	—	—	6	4325	3,6	6	2,5	2	4200	3,8	2	1,0	13	4175	3,5	13	1,1
16	1	4575	3,4	1	1,8	7	4275	3,9	7	3,3	2	4350	4,1	2	3,0	—	—	—	—	—
17	2	5400	3,5	2	1,6	6	4775	3,1	6	1,4	3	3675	2,9	3	1,2	3	3550	2,6	3	1,1
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4300	3,6	2	1,5	4	3925	3,2	4	2,3
20	1	3950	3,7	1	2,8	3	3775	3,4	3	3,0	1	3975	3,7	1	2,4	3	3800	3,5	3	2,7
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4025	3,2	1	1,0
23	5	4000	3,2	5	1,3	8	4150	3,5	8	2,6	6	4375	3,3	6	2,4	13	4725	3,3	13	2,9
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4050	3,0	4	1,3
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3550	2,6	1	2,8
29	2	4150	2,9	2	4,8	2	4425	3,4	2	4,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	3	4000	3,1	1	2,5	4	4150	3,1	—	—	2	4150	3,3	—	—	1	4200	3,1	—	—

1897					1898					1899					1900					Firma Nr.
Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	
3	4375	3,3	3	2,8	3	4575	3,6	3	2,4	1	4850	4,3	1	0,9	1	5100	4,6	1	0,6	27
3	4475	2,8	3	1,6	3	4275	3,4	3	1,5	3	4550	3,5	3	1,5	9	4375	3,4	9	1,4	29
1	4550	3,3	1	2,0	—	—	—	—	—	3	4475	3,3	3	2,0	8	4550	3,3	7	1,7	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5150	3,1	—	—	—	—	—	—	—	32
1	4675	2,9	1	0,6	5	4575	3,5	5	0,8	3	4350	3,2	3	1,4	6	4400	3,4	6	1,4	33
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34
5	4700	4,1	5	1,1	3	4425	3,9	3	1,2	4	5125	4,0	4	1,1	2	5800	4,5	2	2,9	35
1	4700	3,9	1	3,5	1	4150	3,8	1	3,9	1	4800	4,2	1	2,6	2	4925	4,6	2	3,0	36
—	—	—	—	—	2	4300	3,0	2	3,7	1	4200	3,7	1	5,0	1	5300	3,6	1	0,8	37
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
2	4025	3,0	2	1,5	1	3925	2,8	1	0,9	3	3825	3,0	3	1,4	1	3475	3,0	1	1,5	39
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3575	3,2	1	2,4	40
8	4250	3,4	8	1,5	10	4275	3,6	10	1,3	13	4300	3,7	13	1,4	11	4400	3,6	11	1,0	41
10	4550	3,6	10	3,2	8	4675	3,7	8	3,5	12	4275	3,5	12	3,7	13	4350	3,3	13	3,5	42
20	4150	2,9	13	2,0	23	4100	3,1	7	2,6	15	4100	3,0	13	3,1	33	4225	3,1	13	2,0	43
7	4425	3,2	7	1,5	11	4350	3,2	11	1,7	5	4125	3,3	5	1,4	21	4250	3,8	21	1,8	44
3	4075	3,3	3	1,5	2	3950	3,5	2	1,9	2	3575	3,1	2	1,4	11	3800	3,5	11	1,8	50
—	—	—	—	—	1	4200	3,5	1	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51
2	4400	2,8	2	0,7	1	4300	3,9	1	0,8	2	4475	4,0	2	1,0	8	4550	3,8	8	0,8	52
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54
1	4225	3,0	1	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4675	5,3	1	1,5	3	4000	3,2	3	0,8	56
7	4025	3,0	7	2,8	5	3775	3,0	5	3,2	5	4075	3,3	5	3,1	8	4450	3,4	7	3,2	61
—	—	—	—	—	1	3750	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49
—	—	—	—	—	1	4650	3,6	1	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4600	3,8	1	1,6	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4550	3,3	1	4,0	60
233	**4300**	**3,3**	**224**	**2,5**	**191**	**4250**	**3,4**	**172**	**2,9**	**240**	**4300**	**3,6**	**235**	**2,8**	**318**	**4300**	**3,6**	**288**	**2,3**	

Verwendungsklasse 3b.

4	3800	2,4	4	2,0	1	4325	3,7	1	1,4	5	4000	3,2	5	1,4	4	4275	3,3	4	1,6	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
8	4050	2,6	8	3,2	10	4175	2,9	10	2,7	3	4200	3,3	3	2,5	9	4250	3,3	9	3,7	4
4	3450	2,8	4	1,0	5	3825	3,0	5	1,0	8	3725	3,3	8	1,3	4	3425	3,2	4	1,6	5
16	3900	3,3	16	4,2	14	3800	3,3	14	3,8	20	3950	3,6	20	3,6	17	4200	3,7	17	3,3	6
2	4075	2,6	2	3,6	–	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
4	4125	3,2	4	3,7	6	4075	3,2	6	4,0	3	4150	3,5	3	4,0	6	4175	3,2	6	3,5	8
1	3375	3,1	1	1,5	3	3600	3,5	3	1,6	5	3375	3,3	5	1,5	1	3850	3,6	1	1,1	9
1	4150	2,9	1	2,6	5	4300	3,7	5	3,7	4	3975	3,6	4	3,9	3	4200	3,7	3	3,0	12
1	3700	3,3	1	0,9	1	3850	2,9	1	1,0	1	4225	3,5	1	0,9	2	3575	3,4	2	0,9	13
12	3975	2,8	12	3,5	20	4100	2,9	20	3,8	19	4125	3,3	19	3,8	13	4025	3,3	13	3,3	14
12	4225	3,5	12	1,0	4	4275	3,4	4	1,0	20	4225	3,5	20	1,0	9	4275	3,7	9	1,0	15
—	—	—	—	—	1	4375	3,6	1	1,6	—	—	—	—	—	2	3925	3,4	2	1,2	16
1	3550	2,5	1	0,8	2	3725	3,1	2	1,4	2	3575	3,0	2	0,8	3	3300	2,6	3	1,1	17
2	3575	2,8	2	4,4	—	—	—	—	—	2	3725	3,6	2	3,8	3	3850	3,2	3	3,7	18
3	3800	3,1	3	2,0	5	3625	3,2	5	2,6	3	3425	3,7	3	3,1	5	4000	3,9	5	3,4	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
14	4275	3,2	14	2,3	13	4225	3,0	13	1,9	20	4275	3,5	20	3,0	15	4300	3,5	15	3,4	23
—	—	—	—	—	3	3800	2,8	3	2,1	5	3725	2,9	3	1,7	4	3850	2,8	4	1,6	26
1	3350	2,5	1	1,8	—	—	—	—	—	3	3725	3,2	3	2,4	1	2975	3,0	1	2,1	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4525	3,3	1	4,0	6	3925	3,0	6	3,0	29
—	—	—	—	—	1	4325	3,2	1	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31

Firma Nr.	1893					1894					1895					1896				
	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche
32	10	4275	3,1	10	4,0	—	—	—	—	—	1	4025	3,0	1	5,0	3	4125	2,7	3	3,8
33	3	4400	3,0	3	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4325	3,0	1	0,8
36	—	—	—	—	—	1	3625	3,3	1	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	1	4650	3,9	1	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4875	3,6	1	3,6
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4150	2,9	2	1,8
40	2	4575	2,7	2	1,8	—	—	—	—	—	4	4175	3,0	4	1,8	3	3875	2,8	3	1,7
41	8	4550	3,3	8	3,6	6	4000	3,5	6	2,4	8	3575	3,3	8	2,3	11	3825	3,1	11	2,1
42	8	3625	3,2	8	3,4	7	4150	3,4	7	3,8	1	4400	3,5	1	2,8	6	4450	3,4	6	3,7
43	7	3925	2,9	7	1,6	6	3875	3,3	6	1,8	8	3950	2,8	8	1,4	10	4050	2,7	10	1,4
44	9	4100	2,9	9	1,9	7	4000	2,9	7	2,0	3	3900	2,7	3	1,5	19	3825	2,7	18	1,4
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	4025	3,2	10	2,4
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4175	2,6	1	1,0	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4475	3,3	1	4,9	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4450	3,4	1	4,0	—	—	—	—	—
61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3125	2,8	2	3,5
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	98	4150	3,2	91	2,7	105	4150	3,3	101	2,7	92	4025	3,2	91	2,6	188	4000	3,0	187	2,5

Papiere der

1	3	3725	2,6	3	11,2	3	4400	2,5	3	5,7	5	4150	2,4	5	6,6	8	4375	2,5	8	4,2
2	4	3400	2,5	4	5,5	9	3350	2,3	7	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	6	3900	3,1	6	10,0	5	3800	2,9	5	10,4	3	3700	3,0	3	12,4	8	3850	2,8	8	11,4
5	3	4250	3,5	3	10,3	2	3500	3,5	2	8,8	4	3900	3,0	4	11,3	4	4300	3,0	4	9,0
6	3	4500	3,8	3	8,2	3	4100	3,4	3	10,1	1	3500	2,6	1	18,3	1	4200	3,5	1	14,4
7	2	4100	3,1	2	9,7	1	3600	2,9	1	11,1	—	—	—	—	—	1	3650	2,9	1	11,6
8	1	3775	2,9	1	10,3	—	—	—	—	—	1	3900	3,0	1	6,8	1	3950	2,8	1	8,4
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3600	3,2	1	1,6
10	1	3525	3,2	1	9,9	4	3800	3,0	4	8,6	4	3800	2,8	4	8,4	5	3775	2,6	5	8,5
11	1	4950	2,9	1	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	1	3950	3,0	1	10,3	1	3550	2,0	1	7,5	1	3725	2,2	1	9,9
14	3	4025	3,5	3	11,3	3	4150	4,2	3	10,8	2	3875	3,5	2	11,3	2	4450	3,5	2	6,9
15	—	—	—	—	—	1	3900	3,5	1	5,8	5	3950	3,0	5	6,9	3	3825	2,9	3	8,7
16	—	—	—	—	—	1	3875	3,6	1	8,6	3	3750	3,3	3	9,6	—	—	—	—	—
17	5	4500	3,3	5	7,6	1	4000	3,0	1	10,1	1	3825	2,9	1	8,9	—	—	—	—	—
18	2	3925	2,7	2	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3925	3,0	4	12,4
19	1	5050	2,5	1	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	1	4050	3,8	1	10,8	2	3600	3,3	2	10,4	5	3525	3,0	5	9,9	5	3900	3,3	5	10,2
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	10	3925	3,1	10	13,0	4	4200	3,1	4	11,6	5	4275	3,1	5	12,3	5	4150	2,6	5	11,1
24	—	—	—	—	—	1	4000	2,4	—	—	—	—	—	—	—	3	4250	2,7	1	9,8
25	1	3525	2,4	1	15,3	—	—	—	—	—	1	3250	2,3	1	8,1	—	—	—	—	—
26	2	4075	2,8	2	12,9	—	—	—	—	—	2	4350	3,5	2	11,9	1	4500	2,7	1	12,1
27	2	3800	2,9	2	13,8	1	3525	3,4	1	12,0	1	3700	3,7	1	12,5	4	3750	3,1	4	9,8
28	6	3550	2,4	5	11,6	—	—	—	—	—	1	3750	2,6	1	9,0	—	—	—	—	—
29	5	5125	3,1	5	9,3	2	5050	3,0	2	8,4	2	4700	2,8	2	10,2	—	—	—	—	—
30	3	4300	2,6	3	9,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3975	2,3	1	13,0
31	7	4150	2,8	3	9,9	2	3900	3,1	—	—	3	4075	3,0	—	—	3	3300	2,6	2	11,4
32	5	4350	3,1	5	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3550	2,5	2	14,3
33	3	4150	2,8	3	9,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4550	3,6	1	10,3

1897					1898				1899					1900					Firma Nr.
Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	
1	4775	2,5	1	4,4	1	3550	1,7	1	4,6	—	—	—	—	—	1	4250	3,0	1	4,0	32
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3650	2,9	2	1,2	3	3625	2,6	3	0,7	33
1	3750	2,6	1	3,8	1	3800	3,4	1	4,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36
1	4850	4,0	1	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37
1	3400	2,6	1	1,5	3	4150	2,7	3	1,6	1	3525	2,6	1	1,1	6	3350	2,6	6	1,1	39
4	3725	2,9	4	2,2	1	3825	3,2	1	0,9	—	—	—	—	—	1	3625	3,1	1	1,5	40
5	4050	3,0	5	2,2	17	3850	3,1	17	1,9	10	3800	3,2	10	2,1	9	3800	3,2	9	2,1	41
3	4675	3,5	3	3,4	6	4250	3,3	6	4,2	4	4050	3,0	4	3,4	5	4275	3,1	5	2,9	42
7	3925	2,7	5	1,7	33	3875	2,7	16	2,4	11	3875	2,8	6	2,1	23	3975	3,0	13	1,7	43
7	4400	2,9	7	1,1	8	4100	3,0	8	1,8	11	3900	3,1	11	2,0	8	3800	3,0	8	1,9	44
5	3675	3,0	7	3,0	1	3975	4,1	1	2,9	9	3750	3,1	8	2,5	3	4200	3,8	3	3,3	50
1	4075	3,1	1	1,9	—	—	—	—	—	1	4600	4,0	1	4,0	—	—	—	—	—	51
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54
1	3850	2,6	1	1,6	2	3450	2,6	2	4,7	—	—	—	—	—	1	3150	2,5	1	5,0	55
1	4150	3,4	1	3,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3900	3,3	2	0,7	56
4	3650	3,0	4	3,7	13	3350	2,6	13	2,7	7	3600	2,8	7	3,6	8	3950	3,0	7	3,7	61
—	—	—	—	—	1	3900	2,5	—	—	1	4050	2,9	1	7,0	—	—	—	—	—	49
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4325	3,4	1	1,3	1	4525	3,5	1	2,0	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3175	3,4	1	5,0	60
128	**4000**	**3,0**	**128**	**2,6**	**181**	**3925**	**3,0**	**168**	**2,7**	**182**	**3950**	**3,3**	**174**	**2,6**	**179**	**4000**	**3,2**	**168**	**2,6**	

Verwendungsklasse 4a.

7	4125	2,5	7	4,9	1	4525	3,4	1	6,3	6	4250	3,2	6	4,6	9	4600	3,1	9	4,3	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3975	3,0	1	5,0	—	—	—	—	—	2
8	3900	2,8	8	12,1	8	3975	2,8	8	12,2	5	3700	3,4	5	13,2	2	3900	3,7	2	12,0	4
4	4625	3,3	4	9,3	3	4375	2,8	3	10,0	6	4325	2,9	6	11,0	1	3975	3,6	1	10,0	5
2	4200	3,9	2	9,0	1	3925	3,2	1	10,9	2	3600	3,4	2	12,3	7	4250	3,2	7	11,4	6
1	3825	2,5	1	9,8	1	4475	2,8	1	9,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
2	4200	2,9	2	6,8	3	4025	2,8	2	9,2	4	4000	3,0	3	10,9	1	4375	3,5	1	12,0	8
—	—	—	—	—	1	3900	3,1	1	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
2	3750	2,9	2	7,2	2	3825	3,3	2	7,2	—	—	—	—	—	4	5400	3,6	4	8,8	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
3	4000	3,0	3	8,8	1	4250	2,9	1	11,0	1	4175	3,0	1	9,3	2	4650	3,6	2	9,5	12
3	4000	3,0	3	10,9	2	3850	3,2	2	10,8	7	3750	3,0	7	9,7	3	3800	2,7	3	11,0	14
8	3925	2,6	8	7,0	3	3975	2,8	3	6,8	7	4450	3,3	7	7,0	12	4375	3,1	12	7,0	15
1	3500	3,3	1	9,5	—	—	-	—	—	1	3600	3,6	1	7,0	1	3350	3,8	1	8,0	16
2	4775	3,6	2	6,5	2	4000	2,8	2	8,6	2	4000	2,9	2	8,5	1	3975	3,1	1	1,1	17
11	3725	2,8	16	12,9	5	3675	2,9	5	13,1	1	4150	3,2	1	10,0	1	3625	2,8	1	14,0	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
2	3750	2,9	2	10,2	4	3575	3,1	4	9,9	5	3475	3,8	5	9,0	5	4100	3,5	5	9,4	20
2	4000	2,5	2	6,9	1	3975	2,7	1	12,4	1	3625	2,7	1	11,6	—	—	—	—	—	21
7	4250	2,7	7	10,9	11	4250	2,7	11	10,9	10	4200	3,2	10	10,6	5	4450	3,2	5	10,4	23
1	4425	2,9	1	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4225	3,2	—	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
3	4400	3,0	3	12,5	2	4350	2,9	2	13,8	8	4275	3,3	8	12,6	—	—	—	—	—	26
4	3775	3,0	4	11,1	1	3650	2,6	1	11,9	2	4025	3,4	2	11,0	2	4175	3,5	2	11,5	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28
—	—	—	—	—	8	4125	2,6	8	9,4	2	4000	3,3	2	8,5	4	4175	3,1	4	7,5	29
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
—	—	—	—	—	1	3525	2,7	1	11,9	2	3850	3,2	2	10,8	1	4225	3,4	1	8,0	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4200	3,4	1	14,0	32
—	—	—	—	—	1	4000	2,8	1	9,9	1	3875	2,2	1	9,0	1	3950	3,0	1	10,0	33

Firma Nr.	1893					1894					1895					1896				
	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3925	2,9	1	8,5	—	—	—	—	—
38	1	4950	2,9	1	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	—	—	—	—	—	3	3775	2,8	3	11,8	1	3650	2,4	1	12,3	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3950	2,7	1	10,3	1	3450	2,4	1	13,8
41	6	3950	3,1	6	11,1	7	3750	3,2	7	10,4	7	3350	2,6	7	10,3	14	3650	2,8	13	11,0
42	3	4550	3,4	3	9,3	—	—	—	—	—	3	4750	3,3	3	10,4	3	5250	3,2	3	9,3
43	9	4100	2,8	9	12,7	11	4325	3,0	11	9,5	11	4250	2,9	11	11,5	11	4200	2,8	11	11,0
44	2	4450	2,9	2	11,9	5	4125	2,8	5	12,2	—	—	—	—	—	7	4225	2,6	7	12,2
45	1	4250	2,9	1	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
47	—	—	—	—	—	2	3925	2,8	2	15,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	1	4675	3,0	1	10,5	2	4400	2,9	1	10,5	3	4175	3,2	3	9,1
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3750	2,8	1	6,5
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4200	2,9	1	8,0
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3775	2,8	1	5,5	—	—	—	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2725	2,5	1	9,0
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3875	2,9	2	8,8
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3425	2,9	3	11,4
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3900	2,8	1	8,8
61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3050	2,3	1	8,8
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	102	4125	3,0	97	10,5	75	3950	3,0	70	9,7	77	3900	2,9	72	10,1	118	3975	2,8	109	10,0

Papiere der

1	1	4025	3,4	1	9,8	2	4450	2,9	1	8,2	2	4150	2,1	2	5,3	5	4300	2,5	5	4,4
2	2	3900	3,0	2	7,1	1	3750	2,2	1	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4275	2,4	1	9,4
4	3	3800	2,8	3	10,0	7	3650	2,9	7	13,5	4	3800	2,7	4	12,5	6	3650	2,6	6	12,2
5	4	3900	3,2	4	11,4	3	3700	3,0	3	10,6	2	4475	2,9	2	10,2	6	4450	3,0	5	10,1
6	1	3750	2,4	1	13,9	1	4125	2,8	1	13,0	1	4000	3,2	1	13,6	2	3725	2,6	2	14,3
7	3	3575	2,9	3	13,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3950	2,8	2	10,0	1	4000	2,8	1	9,8
9	—	—	—	—	—	1	2950	2,6	1	11,0	3	3750	3,8	1	8,1	1	3400	3,6	1	8,8
10	1	3600	2,9	1	11,3	3	3900	3,2	3	9,6	2	3725	2,8	2	9,5	7	3750	2,8	7	9,1
12	2	4000	2,8	2	11,0	1	3725	2,4	1	11,5	1	4000	3,2	1	9,0	2	4050	3,1	2	11,3
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3450	2,6	1	13,1
14	3	3775	3,2	3	11,3	3	4150	3,8	3	11,7	—	—	—	—	—	3	3650	2,8	3	10,5
15	3	3900	3,3	3	7,3	2	4075	3,1	2	10,4	7	4000	3,1	7	8,7	8	3850	2,8	8	8,2
16	—	—	—	—	—	2	3675	3,0	2	7,2	—	—	—	—	—	2	4175	3,4	2	8,4
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3650	2,6	1	10,9	6	3675	2,4	6	11,9
20	—	—	—	—	—	3	4450	3,4	3	8,3	5	4250	3,4	5	8,1	3	4350	3,2	3	9,0
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3850	2,7	1	12,3
22	16	4325	3,0	16	10,7	8	4425	3,2	8	11,2	8	4575	3,1	8	12,2	9	4525	3,2	9	12,6
24	1	4150	2,8	1	11,4	1	3825	2,5	1	11,3	1	3800	2,7	1	13,0	2	4350	2,9	2	9,3
26	4	3800	3,4	4	13,1	—	—	—	—	—	2	4500	3,3	2	12,3	4	4500	3,0	4	12,1
27	2	3975	2,9	2	10,4	1	3775	3,4	1	13,2	—	—	—	—	—	2	3700	3,3	2	12,3
28	6	4175	2,7	6	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1897					1898					1899					1900					Firma Nr.
Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	Angahl der unterſuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterſuchten Papiere	Aſche	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
1	3250	2,4	1	14,5	1	4025	2,5	1	10,0	1	3125	2,2	1	11,3	—	—	—	—	—	39
3	3500	2,7	3	11,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
9	3650	2,8	9	10,2	6	3825	3,1	5	9,2	6	3975	3,1	6	8,5	5	3825	3,2	5	8,2	41
—	—	—	—	—	5	4225	3,1	5	8,7	1	4325	2,8	1	11,0	3	4075	2,8	3	10,3	42
10	4225	2,7	9	12,3	19	4050	3,0	3	13,9	10	4150	3,3	9	12,5	21	4150	3,1	15	12,5	43
7	3975	2,6	7	12,2	11	3925	2,4	11	11,1	4	3875	2,9	4	9,8	12	3925	2,9	12	10,8	44
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47
2	3800	3,1	2	7,2	1	3600	2,8	1	9,5	5	3700	3,1	5	10,1	1	4125	3,6	1	10,0	50
2	3900	3,1	2	7,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4375	3,9	2	10,0	51
4	3775	2,4	3	7,3	—	—	—	—	—	2	4675	3,2	2	9,6	1	3900	2,9	1	15,0	53
1	4025	2,7	1	9,6	—	—	—	—	—	1	3925	2,7	1	7,9	2	3650	2,9	2	9,0	55
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3050	2,2	2	9,0	56
1	4000	2,4	1	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
5	3450	2,6	4	12,1	4	3750	3,4	4	8,9	10	3975	3,5	10	7,6	5	3800	3,6	5	6,8	59
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
3	3675	2,6	3	6,8	3	3775	2,8	3	7,8	6	3900	2,8	6	7,0	6	4200	3,0	5	8,0	61
—	—	—	—	—	1	3750	2,6	1	6,1	1	4275	3,1	1	5,5	1	3550	3,1	1	4,0	13
—	—	—	—	—	1	4275	2,6	1	9,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37
—	—	—	—	—	1	3925	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49
—	—	—	—	—	5	3875	3,7	5	12,1	3	4025	3,5	3	10,1	—	—	—	—	—	62
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4275	3,2	1	8,0	3	4125	3,7	3	10,7	63
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	3525	2,6	6	8,5	1	3575	2,5	1	7,0	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4250	2,5	1	9,0	64
121	**3950**	**2,8**	**128**	**10,1**	**120**	**4000**	**2,9**	**101**	**10,3**	**131**	**4000**	**3,2**	**129**	**9,5**	**131**	**4150**	**3,2**	**122**	**9,3**	

Verwendungsklaſſe 4b.

6	4325	2,1	6	4,5	1	4600	2,8	1	6,6	2	4400	3,4	2	7,2	9	4475	2,9	9	7,6	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3400	2,5	1	13,0	—	—	—	—	—	3
5	3800	2,7	5	12,1	6	3750	2,5	6	11,8	5	3800	3,2	5	11,9	7	4100	3,6	7	13,4	4
6	4625	2,9	6	9,6	4	4450	2,6	4	9,5	5	4150	3,0	5	11,0	3	4350	2,8	3	7,7	5
2	4300	3,4	2	11,0	—	—	—	—	—	2	4150	3,0	2	11,5	2	4450	3,2	2	9,5	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4000	2,5	2	9,5	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	1	3875	2,6	1	9,9	—	—	—	—	—	2	4575	3,1	2	10,0	8
1	3350	2,6	1	7,5	—	—	—	—	—	1	4025	3,0	1	7,5	—	—	—	—	—	9
5	3725	2,5	5	7,7	1	3925	2,7	1	8,8	—	—	—	—	—	3	4325	2,9	3	11,3	10
1	4350	3,1	1	11,3	1	4125	2,9	1	10,4	1	4425	3,4	1	8,8	—	—	—	—	—	12
1	3425	3,0	1	5,3	1	3525	2,1	1	5,4	2	3800	2,8	2	9,0	2	3725	2,5	2	7,5	13
5	3450	2,4	5	10,8	2	3700	2,8	2	11,4	8	3525	2,8	8	10,8	6	3600	2,7	6	10,3	14
11	3850	2,6	11	7,5	3	3900	3,0	3	8,2	10	4375	3,2	10	7,6	13	4450	3,1	13	7,3	15
—	—	—	—	—	1	4075	3,8	1	6,8	1	4250	4,4	1	6,0	—	—	—	—	—	16
1	5300	4,0	1	5,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4075	3,3	2	3,8	17
7	3800	2,8	7	12,8	1	3975	2,3	1	14,0	1	3900	3,2	1	10,5	3	4125	3,0	3	10,3	18
8	3550	2,9	8	13,4	8	3650	3,1	8	12,9	6	3800	4,0	6	10,2	6	4075	3,6	6	9,7	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
8	4550	3,1	8	11,3	10	4625	3,0	10	10,5	10	4675	3,4	10	12,1	12	4725	3,4	12	12,0	23
3	4525	2,6	3	9,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3925	3,0	2	12,5	24
6	4450	2,8	6	12,4	4	4425	3,0	4	12,4	1	4400	3,5	1	12,0	8	4425	3,2	8	12,4	26
5	3850	2,9	5	10,5	—	—	—	—	—	4	3675	3,1	4	13,0	1	3725	2,9	1	11,0	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28

Firma Nr.	1893					1894					1895					1896				
	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche	Anzahl der untersuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Anzahl der untersuchten Papiere	Asche
29	1	5900	3,5	1	11,3	1	5300	2,8	1	11,0	3	4775	3,1	3	14,5	1	4575	3,2	1	13,0
31	4	3825	2,8	1	9,3	2	3600	2,5	—	—	3	3725	2,8	1	9,0	—	—	—	—	—
32	4	4225	2,9	4	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	3	4100	2,6	3	11,4	1	3450	2,5	1	12,8	—	—	—	—	—	4	4050	2,8	4	10,3
34	1	3575	3,5	1	12,8	—	—	—	—	—	1	3550	3,2	1	9,3	3	3400	2,9	2	10,4
39	1	4300	2,7	1	9,3	2	3975	2,9	2	13,0	4	3550	2,2	4	11,4	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	1	4175	3,1	1	12,0	3	4175	2,3	2	12,3	2	3675	2,2	2	11,1
41	5	4500	3,4	5	11,4	9	3925	3,3	9	10,0	4	3375	3,0	4	9,4	9	3750	2,8	8	10,6
42	3	4025	3,1	3	8,2	1	3750	2,6	1	10,0	2	4750	3,4	2	11,4	—	—	—	—	—
43	4	4600	3,1	4	9,7	4	4800	3,0	4	8,0	1	4375	3,7	1	10,5	8	4450	2,9	8	10,5
44	3	4875	3,0	3	12,9	5	4425	2,8	5	13,0	3	3975	2,5	2	12,7	6	4100	2,6	6	11,6
45	1	4300	3,3	1	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	1	4300	3,0	1	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	1	4000	2,9	1	14,8	—	—	—	—	—	2	3850	3,0	2	11,3
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4300	3,5	2	14,2	1	4275	3,0	1	7,0
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4050	2,6	1	8,3
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3750	2,9	1	7,1
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3525	3,0	1	13,0
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3800	3,1	3	10,8
61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3675	2,9	2	12,9
62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	85	4125	3,0	81	10,3	67	4075	3,0	65	11,0	69	4075	2,9	61	10,7	118	4000	2,8	113	10,5

Gesammtübersicht über die Jahresmittel-

Jahr	Reißlänge														Deh-		
	Normal-klasse 1		Normal-klasse 2a		Normal-klasse 2b		Normal-klasse 3a		Normal-klasse 3b		Normal-klasse 4a		Normal-klasse 4b		Normal-klasse 1	Normal-klasse 2a	Normal-klasse 2b
	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Anzahl Papiere	Mittelwerthe	Mittelwerthe	Mittelwerthe	Mittelwerthe
1893	5	5950	61	5275	32	4450	136	4400	93	4150	102	4125	85	4125	4,8	4,5	3,9
1894	14	5850	75	5125	36	4475	113	4350	105	4150	75	3950	67	4075	4,7	4,4	4,0
1895	12	6000	61	5125	31	4475	139	4350	92	4025	77	3900	66	4075	6,2	4,4	3,9
1896	5	6050	84	5125	45	4475	238	4300	191	4000	113	3975	118	4000	5,2	4,3	3,8
1897	5	5950	63	5125	33	4575	223	4300	152	4000	121	3950	135	4025	4,9	4,2	3,6
1898	5	6050	59	5300	32	4300	191	4250	181	3925	120	4000	103	4100	4,8	4,4	3,5
1899	27	5925	78	5225	60	4450	240	4300	182	3950	131	4000	119	4050	4,8	4,5	3,9
1900	21	5700	72	5300	57	4575	313	4300	179	4000	131	4150	142	4175	4,8	4,6	3,9
Summe	84	–	553	–	329	–	1601	–	1151	–	870	–	835	–	–	–	–
Mittel	–	5962	–	5211	–	4455	–	4320	–	4008	–	4014	–	4078	4,8	4,4	3,8

1897					1898					1899					1900					Firma Nr.
Angahl der unterfuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterfuchten Papiere	Afche	Angahl der unterfuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterfuchten Papiere	Afche	Angahl der unterfuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterfuchten Papiere	Afche	Angahl der unterfuchten Papiere	Reißlänge	Dehnung	Angahl der unterfuchten Papiere	Afche	
1	4150	2,1	1	12,6	2	4150	2,9	2	11,8	1	4325	2,9	1	12,5	6	4025	2,5	6	9,0	29
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4300	2,6	—	—	1	4300	3,0	1	13,0	32
1	4675	2,5	1	9,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33
1	3200	3,3	1	9,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34
1	4300	2,8	1	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3775	2,5	3	12,7	39
1	4300	2,5	1	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
4	3775	2,8	3	8,3	6	3750	3,0	6	10,7	4	3900	3,1	4	10,3	1	3900	3,3	1	10,0	41
6	4600	2,9	6	11,2	1	4075	2,6	1	9,3	—	—	—	—	—	3	3675	2,5	3	10,7	42
8	4425	2,8	6	12,1	29	4350	3,1	12	11,6	12	4100	3,5	6	12,7	12	4350	3,6	8	13,5	43
8	4200	2,6	8	11,0	9	3875	2,5	9	10,3	7	4025	2,7	7	9,3	7	4050	2,8	7	10,6	44
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45
3	3800	2,3	1	13,8	1	4125	2,3	1	12,8	3	4050	2,9	3	15,7	1	4375	3,5	1	14,0	49
3	4125	2,9	3	9,8	4	3675	2,9	4	10,7	1	3775	3,4	1	13,0	3	3700	3,2	3	12,3	50
1	3350	2,8	1	6,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51
1	4050	3,0	1	9,8	—	—	—	—	—	2	3850	3,1	2	8,0	—	—	—	—	—	52
—	—	—	—	—	1	4500	3,0	1	6,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53
1	3325	2,9	1	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3525	3,0	4	11,8	55
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4650	3,1	1	8,0	56
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58
1	3725	3,8	1	13,5	1	4100	3,8	1	8,5	9	4075	3,8	9	9,1	7	3875	3,6	7	8,6	59
12	3500	2,5	12	9,5	3	3600	2,7	3	8,2	10	3825	2,7	10	6,7	8	4000	2,7	7	7,3	61
1	3725	4,1	1	12,3	1	4375	3,5	1	9,8	2	4225	3,4	2	11,0	1	4025	3,9	1	11,0	62
—	—	—	—	—	1	4350	3,4	1	12,3	1	3725	2,5	1	14,8	—	—	—	—	—	37
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4025	2,5	1	12,1	1	3800	3,1	1	9,0	64
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3725	2,5	1	10,0	—	—	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3750	2,6	—	—	—	—	—	—	—	67
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3500	2,9	1	11,0	60
185	**4025**	**2,7**	**180**	**10,3**	**108**	**4100**	**2,9**	**86**	**10,7**	**119**	**4050**	**3,2**	**110**	**10,2**	**142**	**4175**	**3,1**	**186**	**10,2**	

werthe für die Verwendungsklaſſen 1—4b.

nung				Aſchengehalt													
Normal-klaſſe 3a	Normal-klaſſe 3b	Normal-klaſſe 4a	Normal-klaſſe 4b	Normal-klaſſe 1		Normal-klaſſe 2a		Normal-klaſſe 2b		Normal-klaſſe 3a		Normal-klaſſe 3b		Normal-klaſſe 4a		Normal-klaſſe 4b	
Mittelwerthe	Mittelwerthe	Mittelwerthe	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe	Angahl Papiere	Mittelwerthe
3,6	3,2	3,0	3,0	4	0,7	57	1,1	36	1,3	133	2,7	91	2,7	97	10,5	81	10,8
3,5	3,3	3,0	3,0	12	0,9	69	1,1	34	1,3	108	2,6	101	2,7	70	9,7	64	11,0
3,5	3,2	2,9	2,9	2	0,7	53	1,2	28	1,2	136	2,7	91	2,6	73	10,1	61	10,7
3,4	3,0	2,8	2,8	4	1,1	79	1,2	44	1,3	236	2,5	187	2,5	109	10,0	113	10,5
3,3	3,0	2,8	2,7	3	0,8	63	1,1	33	1,2	224	2,5	128	2,6	123	10,1	130	10,3
3,4	3,0	2,9	2,9	3	0,7	59	1,2	39	1,2	172	2,9	163	2,7	101	10,3	86	10,7
3,6	3,3	3,2	3,2	23	1,3	73	1,2	60	1,2	235	2,8	174	2,6	129	9,5	110	10,2
3,6	3,2	3,2	3,1	14	1,2	72	1,0	56	1,2	288	2,3	168	2,6	122	9,3	136	10,2
—	—	—	—	65	—	525	—	330	—	1532	—	1103	—	824	—	781	—
3,5	**3,1**	**3,0**	**2,9**	—	**1,1**	—	**1,1**	—	**1,2**	—	**2,6**	—	**2,6**	—	**9,9**	—	**10,5**

Die mittlere Dehnung ist durchweg höher als verlangt; die Klagen über die Schwierigkeiten bei Erzielung der Dehnungswerthe erscheinen daher allgemein nicht berechtigt; Schwierigkeiten sind wohl nur bei einzelnen Fabriken vorhanden und haben ihren Grund in besonderen Verhältnissen.

Ein interessantes Bild geben die Werthe der Klassen 3b, 4a und 4b. Obwohl für 3b und 4b nur 3000 m Reißlänge und 2,5% Dehnung, für 4a aber 3500 m und 2,75% verlangt werden, ergiebt sich, daß die Mittelwerthe der drei Klassen sich so wenig von einander unterscheiden, daß sie technisch als gleichwerthig anzusehen sind. Man könnte daher daran denken die jetzt für 4a verlangten Werthe, welche die Gesetzmäßigkeit der Klasseneintheilung nach Reißlänge und Dehnung unterbrechen, auf 3000 m und 2,5% herabzusetzen. Die Ursache der Uebereinstimmung der drei Klassen dürfte wohl zweifellos darin zu suchen sein, daß für alle der gleiche Widerstand gegen Zerknittern, nämlich „ziemlich groß" gefordert wird.

Die Gegenüberstellung zeigt ferner, daß die Papiere 4b trotz erheblichen Erdezusatzes eine ebenso hohe Reißlänge und Dehnung haben wie 3b; dies deutet darauf hin, daß zur Herstellung von 4b festere Rohstoffe verarbeitet werden, als bei 3b.

Die Werthe für den Aschengehalt bei den Klassen 1, 2a und 2b zeigen, daß die für den Aschengehalt reiner Lumpenpapiere festgesetzte Grenze (3%) sehr reichlich bemessen ist.

Die Durchschnittswerthe für den Aschengehalt bei den Klassen 3a—4b bleiben, wie die Tabelle zeigt, weit unterhalb der zulässigen Grenzen (5% bei 3a und 3b und 15% bei 4a und 4b).

Die Ergebnisse der Prüfung auf Knitterwiderstand lassen sich leider nicht in gleicher Weise zusammenstellen, wie bei der Reißlänge und Dehnung, da die Urtheile nicht als Zahlenwerthe zum Ausdruck kommen.

Um aber bis zu einem gewissen Grade die Beziehungen zwischen dem Widerstand gegen Zerknittern, der Reißlänge und der Dehnung zu veranschaulichen, ist in dem nachfolgenden Schaubild (Fig. 1) wiedergegeben, innerhalb welcher Grenzen für Reißlänge und Dehnung die sämmtlichen Werthe der verschiedenen Widerstandsstufen liegen. Die äußersten Werthe jeder Klasse sind durch verschiedenartige Linien mit einander verbunden. Alle Werthe als Punkte wiederzugeben, war bei der Menge der letzteren nicht durchführbar. Die meisten Werthe liegen bei allen Stufen ungefähr in der Mitte der umgrenzten Felder.

Die Felder geben die Möglichkeit, bei einer bestimmten Reißlänge und Dehnung zu ermitteln, welcher Knitterstufe das Papier vermuthlich entsprechen wird. Hierbei ist zu beobachten, daß Stellen im Schaubild vorkommen, an denen die Umgrenzungen von 2 bis zu 5 Stufen übereinandergreifen. Dieses theilweise weite Uebereinandergreifen der Felder erklärt sich dadurch, daß bei allen Widerstandsstufen Papiere mit verhältnißmäßig niedriger und solche mit verhältnißmäßig hoher Reißlänge und Dehnung vorkommen.

Die Schaulinien zeigen ferner das Irrthümliche der immer wiederkehrenden Ansicht, daß bei einem Papier mit genügender Reißlänge und Dehnung auch der Widerstand gegen Zerknittern ohne Weiteres ausreichen müsse. Gerade weil dies nicht immer der Fall ist, konnte man sich mit der Bestimmung der Reißlänge und Dehnung allein nicht begnügen, mußte vielmehr, um sich ein abschließendes Bild über die Festigkeitseigenschaften eines Papiers bilden zu können, die Ermittelung des Knitterwiderstandes mit einführen.

Fig. 2 zeigt die körperliche Darstellung des Umfanges der verschiedenen Widerstandsgrade; die Zahlen bedeuten die Widerstandsstufen; die Entfernung der Oberflächen der Platten von der Grundplatte nimmt zu mit wachsendem Widerstand. 1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittelmäßig, 4 = ziemlich groß, 5 = groß, 6 = sehr groß, 7 = außerordentlich groß.

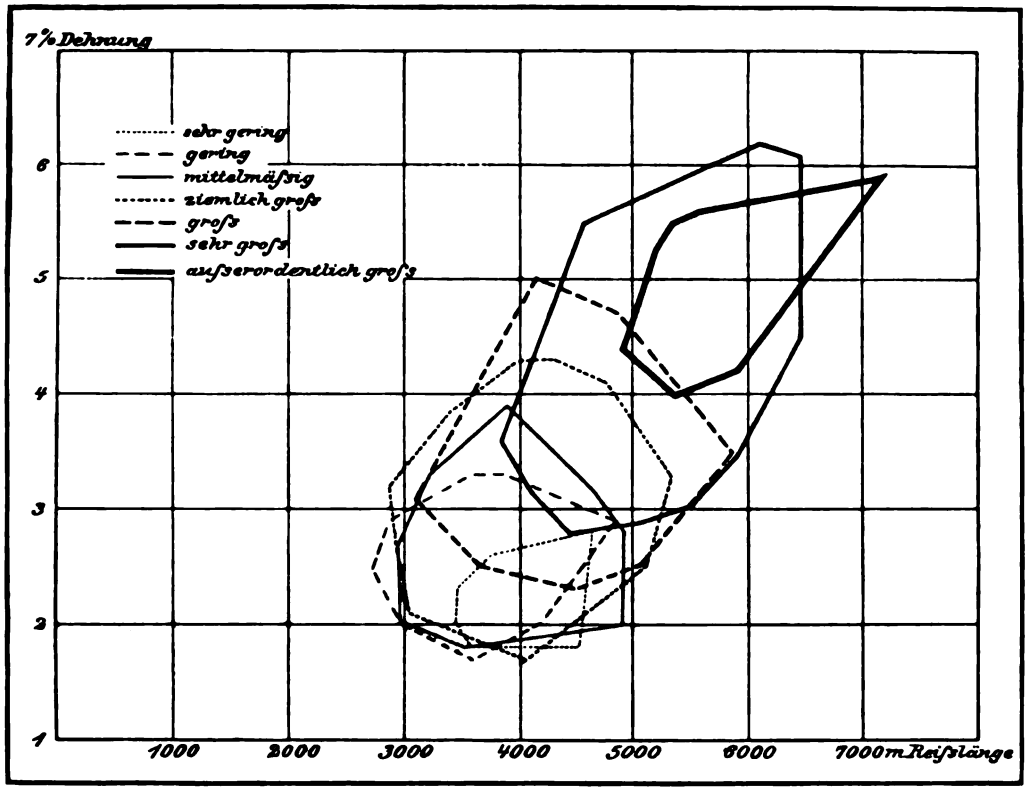


Fig. 1. Schaubild für die Widerstandsstufen.

Fig. 2. Körperliche Darstellung des Umfanges der verschiedenen Widerstandsgrade.

5. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Festes Packpapier.

In Heft II der „Mittheilungen" 1897 S. 135 wurde über die Prüfung eines im Auslande hergestellten Manila-Packpapiers berichtet, das einem deutschen Fabrikanten wegen seiner großen Widerstandsfähigkeit bei der Verwendung als Packmaterial aufgefallen war. Die Prüfung ergab eine mittlere Reißlänge von 6750 m und eine mittlere Dehnung von 4,5 %.

Gewiß verdient die Herstellung eines solchen Papiers, noch dazu bei einem Quadratmetergewicht von 155 g, alle Anerkennung. Daß aber derartig feste Papiere auch im Inland hergestellt werden können, bedarf wohl bei der hohen Entwickelungsstufe, die unsere Papierindustrie auch in der Herstellung besonders fester Papiere erreicht hat, keiner besonderen Versicherung.

Zum Schluß des eingangs erwähnten Artikels wurde eine Anregung zur Erzeugung besonders fester Papiere gegeben, und veranlaßt hierdurch, hat die Firma Marggraff & Engel in Wolfswinkel der Versuchsanstalt eine Probe eines von ihr aus Manilatauen hergestellten Packpapiers übersandt.

Das etwa 70 g schwere Papier lieferte bei der Prüfung folgende Werthe:

	Masch. Richtung	Querrichtung	Mittel
Reißlänge .	9150 m	5050 m	7100 m
Dehnung . .	3,5 %	7,6 %	5,6 %

Widerstand gegen Zerknittern außerordentlich groß.

Es handelt sich also hier um ein zu Packzwecken u. s. w. vorzüglich geeignetes Material, welches das oben erwähnte ausländische Fabrikat noch in den Schatten stellt.

Das Papier wird auch zu den geplanten umfangreichen Dauerversuchen mit Papieren verschiedener Stoffzusammensetzung und Festigkeit herangezogen werden; die genannte Firma hat das hierzu erforderliche Probematerial der Versuchsanstalt in entgegenkommendster Weise kostenlos zur Verfügung gestellt.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIX. Jahrgang. **1901.** Drittes Heft.

ASTOR

1. Schulhefte.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Gelegentlich der Abgabe eines Gutachtens über die Güte der verschiedenen Schulschreibheften beigegebenen Löschblätter kaufte die Versuchsanstalt zur Gewinnung eines Ueberblickes über die im Handel vorkommende Waare in 50 Papierhandlungen Berlins je ein Schreib- oder Rechenheft zum Preise von 10 Pfennig das Stück. Die 50 Löschblätter wurden auf Saughöhe, Aschengehalt und Einheitsgewicht geprüft, wobei die nachstehend aufgeführten Ergebnisse ermittelt wurden.

Laufende Nr.	Mittlere[1]) Saughöhe nach 10 Minuten in mm	Aschengehalt in %	Quadratmetergewicht in g	Laufende Nr.	Mittlere[1]) Saughöhe nach 10 Minuten in mm	Aschengehalt in %	Quadratmetergewicht in g
1	56,5	1,00	142,0	26	29,5	28,25	123,0
2	43,0	1,50	43,0	27	29,0	10,00	112,0
3	42,0	1,25	43,0	28	28,5	0,75	39,0
4	40,5	0,75	46,0	29	28,0	24,00	119,0
5	39,5	2,00	41,0	30	28,0	17,50	122,0
6	39,0	2,00	41,0	31	28,0	16,50	122,0
7	38,5	20,50	121,0	32	27,5	23,50	118,0
8	38,5	2,00	42,0	33	27,5	2,50	45,0
9	38,0	18,00	116,0	34	27,5	2,75	43,0
10	37,5	1,75	44,0	35	27,0	2,50	39,0
11	36,0	17,75	116,0	36	24,5	1,50	39,0
12	36,0	21,00	119,0	37	24,5	2,00	42,0
13	36,0	18,00	117,0	38	24,5	3,00	42,0
14	35,0	19,75	116,0	39	24,5	3,50	41,0
15	34,5	20,50	113,0	40	24,5	4,00	42,0
16	34,0	16,50	101,0	41	23,0	2,75	45,0
17	33,5	18,50	126,0	42	22,5	13,75	124,0
18	33,5	1,75	50,0	43	22,0	3,50	44,0
19	33,0	6,00	104,0	44	22,0	13,00	130,0
20	33,0	1,00	50,0	45	22,0	14,25	126,0
21	33,0	0,50	46,0	46	22,0	13,00	116,0
22	32,0	17,00	103,0	47	21,5	30,00	121,0
23	31,5	2,75	44,0	48	20,0	18,75	122,0
24	30,5	12,00	122,0	49	19,0	3,50	40,0
25	29,5	2,00	44,0	50	18,0	18,50	108,0

[1]) Die angeführten Werthe sind Mittel aus 6 Versuchen (3 Streifen aus der Längsrichtung, 3 aus der Querrichtung).

Wie die Zusammenstellung zeigt, und wie auch kaum anders zu erwarten war, weichen die Löschblätter in der Saughöhe, im Aschengehalt und Gewicht sehr stark von einander ab. Es schwanken die Werthe für

die Saughöhe	von	18	mm	bis	56,5 mm
den Aschengehalt	„	0,5	%	„	30,0 %
das Quadratmetergewicht	„	39	g	„	142 g.

Die häufigsten Werthe liegen bei

der Saughöhe	zwischen	20	und	35	mm	nämlich rund	68 %
dem Aschengehalt	„	0	„	5	%	„ „	50 „
dem Quadratmetergewicht	„	40	„	50	g (38 %)	und zwischen 110 und 130 g	(40 %).

Die Saughöhe muß bei der Mehrzahl der Löschblätter als unzureichend angesehen werden; von guter Durchschnittswaare verlangt man mindestens 50 mm; diese Höhe ist bei den 50 untersuchten Proben nur in einem Fall erreicht.

Auch das Quadratmetergewicht ist bei vielen Proben zu klein; bei einem Gewicht von 40—50 g können auch dünnere Schriftzüge durch das Löschblatt dringen und das Heft verschmutzen. Erdezusätze wie sie z. B. die Papiere Nr. 7, 12, 15, 26, 29, 32 und gar Nr. 47 zeigen, sollten nicht vorkommen. Es ist nicht verständlich, wie der Fabrikant bei Herstellung eines Papiers, bei dem es in erster Linie auf Saugfähigkeit ankommt, erhebliche Mengen eines Stoffes zusetzen kann, der diese Eigenschaft sehr ungünstig beeinflußt. Ferner wird die Benutzungsdauer stark mit Erde beschwerter Löschpapiere kürzer sein als die unbeschwerter, weil die Hohlräume bei beschwerten Papieren durch die festen Bestandtheile der Tinte eher ausgefüllt werden als bei Papieren, die lediglich aus Fasern bestehen.

Man wende nun nicht ein, daß die gerügten Uebelstände keine Bedeutung hätten, da es sich ja nur um Löschblätter für Schulhefte handle und für diesen Zweck das Material wohl ausreiche. Die Ansicht, daß man bei Schulheften auf das zu verwendende Material, sei es nun das Löschblatt, oder das Schreib- und Zeichenpapier, oder der Umschlag, nicht allzuviel Rücksicht zu nehmen brauche, ist leider ziemlich verbreitet aber ganz und gar nicht berechtigt. Gerade hier sollte man die Auswahl mit besonderer Sorgfalt treffen, um zu verhindern, daß die Mängel des Fabrikates dem Schüler als mangelhafte Leistungen angerechnet werden. Besonders in den ersten Schuljahren sollten die kleinen ABC-Schützen Schulhefte zur Verfügung haben, die ihnen ihre Schreibversuche nach Möglichkeit erleichtern, d. h. Hefte mit genügend dickem, gut geglättetem, stark geleimtem und holzschlifffreiem Papier. Wie sieht es in dieser Beziehung aber oft aus?

Hefte, deren Papier mehr das Aussehen von schlechtem Druckpapier als von gutem Schreibpapier hat, deren Blätter so dünn sind, daß selbst mittelstarke Schriftzüge störend durchscheinen, ferner solche mit schlecht geleimtem oder rauhem und abfaserndem, die Feder verschmierendem Papier gehören durchaus nicht zu den Seltenheiten. Auf solchem Material soll dann der Schüler seine Fähigkeiten zeigen!

Der Lehrer ist nicht Fachmann; er kann nicht in allen Fällen entscheiden, ob Unsauberkeiten in der Schrift auf mangelnde Sorgfalt seitens des Schülers oder auf schlechtes Material zurückzuführen sind; er legt sie dem Schüler zur Last, der auf diese Weise trotz angewandten Fleißes ein schlechtes Urtheil für seine Leistung erhalten kann. Mir sind wiederholt Beispiele hierfür zu Gesicht gekommen. Es giebt Hefte, bei denen es nicht möglich ist, saubere und

scharfe Schriftzüge zu erzielen wegen mangelhafter Glättung des Blattes und infolge der Gegenwart von Holzschliff. Schon nach wenigen Strichen sitzt ein Holzfäserchen in der Federspitze und verschmiert den Strich; die Reinigung der Feder hilft nicht weit; nach kurzer Zeit beginnt dasselbe Spiel. Kann man sich da wundern, wenn der Schüler die Luft zu seiner Arbeit verliert und in seinen Anstrengungen nachläßt?

Diese pädagogische Seite der Sache ist bisher nicht genügend gewürdigt worden; sie verdient es aber in hohem Maße.

Es ist sehr bedauerlich, wenn man von einem Schüler, den man zum Fleiß und Eifer ermahnt, hören muß, es lohne sich garnicht, Sorgfalt auf die Arbeit zu verwenden, denn auf eine gute Beurtheilung sei wegen des schlechten Papiers doch nicht zu rechnen.

Kürzlich wurde im Deutschen Papierverein angeregt, für das zu Schulheften zu verwendende Papier bestimmte Vorschriften zu erlassen; der hierzu von einer Gruppe eingebrachte Antrag wurde indessen nach lebhafter Diskussion wieder zurückgezogen. Ueber die Gründe verlautet nichts. Es wäre sehr interessant, zu erfahren, welche sachlichen Bedenken dem Antrag entgegengehalten wurden.

Der in dem Antrag zum Ausdruck gebrachte Vorschlag wäre wohl geeignet, die herrschenden Schäden zum großen Theil zu beseitigen. Würde z. B. die Vorschrift erlassen, daß das zu Schulschreibheften zu verwendende Papier gut geleimt, gut geglättet, frei von Holzschliff und etwa 90 g das Quadratmeter schwer sein müsse, so wäre hiermit außerordentlich viel erreicht; die meisten der vorgeschilderten Uebelstände würden bei Verwendung eines derartigen Materials verschwinden.

Wenn ferner allgemein gültige Bestimmungen über die Liniatur und Dicke der Hefte festgesetzt würden, so wäre die Grundlage für die Beschaffung guter und preiswerther Waare gegeben. Die Schulhefte würden dann zu einem Stapelartikel, der in großen Mengen vortheilhaft hergestellt und billig und gut abgegeben werden könnte.

Von diesem zu erstrebenden Ziel sind wir allerdings heute noch weit entfernt; der heutige Schulheftmarkt muß im großen und ganzen als ungesund bezeichnet werden; auf die Ursachen mag hier zum Schluß kurz hingedeutet werden.

Zunächst kommt der Mangel allgemein gültiger Bestimmungen über Art und Beschaffenheit der Hefte in Betracht; von einer Einheitlichkeit in Bezug auf die Hefte in größeren Schulbezirken ist keine Rede, nicht einmal in den verschiedenen Klassen einer Schule. So lange jeder Lehrer die Berechtigung hat, seinen Schülern über die zu benutzenden Hefte besondere Vorschriften zu machen, so lange werden wir mit einer unnütz großen Anzahl verschiedener Hefte und somit mit einem der Grundübel im Schulbuchhandel zu rechnen haben.

Wenn sich heute ein Händler einen größeren Posten Hefte auf Lager legt, so muß er damit rechnen, daß ihm dieser unter Umständen, etwa infolge eines Lehrerwechsels, unverkäuflich wird.

Ein weiterer Uebelstand ist der vielfach geübte Brauch, gewisse Beträge aus dem Verkauf von Heften an Unterstützungskassen abzuführen; mit dieser Gewohnheit sollte gebrochen werden; sie schadet der Schule und dem Schüler.

Der dritte Uebelstand ist das Zugabe-Unwesen, dem endlich einmal gründlich gesteuert werden sollte; die Versuche einzelner Vereinigungen und Händler, den Schulhefthandel von dieser Schlacke zu befreien, können keinen durchschlagenden Erfolg haben. Hier kann nur ein Verbot seitens der Schule helfen, bei Händlern zu kaufen, die beim Verkauf von Heften den

Kindern Zugaben verabfolgen. Seien diese Zugaben nun nützliche Dinge, wie Federn, Bleistifte u. s. w. oder unnütze oder gar schädliche wie die verschiedensten „Musikinstrumente", mit schauerlichen Abbildungen versehene Indianererzählungen u. s. w. (der Zugabekorb des Händlers ist ein wahres Museum derartiger Gegenstände), der Schüler bezahlt sie natürlich mit, denn der Händler will und kann die Kosten hierfür nicht tragen. Die Folge ist wiederum eine Verschlechterung der Güte des Heftes.

Es sollte eine Kommission aus Schulmännern und Sachverständigen zusammentreten, um Mittel und Wege zu berathen, den geschilderten Uebelständen abzuhelfen.

---

2. Gemischte Glyceride in natürlichen Fetten.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und Dr. M. Stange.

(Vorgetragen in der Sitzung der deutschen chemischen Gesellschaft vom 8. Juli 1901 von Herrn Dr. D. Holde.)[1])

Bis vor wenigen Jahren nahm man fast allgemein an, daß die natürlichen Pflanzen- und Thierfette im Wesentlichen, von Verunreinigungen durch freie Fettsäuren, aldehydartige Stoffe u. s. w. abgesehen, aus Gemischen einfacher Triglyceride der Typen Olein, $C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_3$, Stearin, $C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3$ u. s. w. bestehen. Diese Anschauung hatten im Jahre 1889 eigentlich schon Blith und Robertson[2]) insofern etwas eingeschränkt, als sie aus der Butter durch fraktionirte Krystallisation mittelst Alkoholäther ein festes Glycerid von der Formel $C_3H_5\begin{cases}C_4H_7O_2\\C_{18}H_{33}O_2\\C_{16}H_{31}O_2\end{cases}$ — das Oleobutyropalmitin — isolirten. In der uns hierüber vorliegenden kurzen Mittheilung ist eine nähere Beschreibung der Eigenschaften dieses Körpers, sowie eine Begründung seiner Konstitution nicht gegeben, jedoch dürften Blith und Robertson aus dem Glycerid Buttersäure, Palmitin- und Oelsäure abgeschieden haben. Auch Bell[3]) hat nach Angaben von Lewkowitsch ein Oleobutyropalmitin in der Butter — allerdings nur auf indirektem Wege — nachgewiesen, ohne dessen Eigenschaften zu beschreiben oder die Konstitution des Glycerids schärfer zu begründen. Auf vorstehende Befunde gründet sich auch die Herstellung von Kunstbutter auf synthetischem Wege nach einem neueren Patent von Schmidt. In zweifellos sicherer Weise hat nun im Jahre 1896 Heise[4]) in dem Fett des afrikanischen Fettbaumes Stearodendron Stuhlmanni, dem sog. Mkanifett, ein gemischtes Glycerid mit Oleodistearin als Hauptbestandtheil nachgewiesen. Dieses hatte einen doppelten Schmelzpunkt, nämlich von 27—28° und 44—45°, je nach der Vorbehandlung (in Bezug auf Abkühlung und Erwärmung), der das Glycerid ausgesetzt war. (Stearin hat einen Schmelzpunkt von 72,5 bezw. 55° und Palmitin einen solchen von 62°.) Heise hat das Mengenverhältniß von Stearinsäure und Oelsäure, die er beide aus dem Glycerid abgeschieden und nach ihren bekannten Eigenschaften gekennzeichnet hat, aus der Jodzahl des durch Umkrystallisiren aus Alkoholäther gereinigten Glycerids zu 2 : 1 ermittelt.

---

[1]) S. a. „Berichte der deutsch. chem. Ges." 34, 1901, S. 2402.

[2]) „Chemiker-Ztg." 1889, 162.

[3]) „Chemistry of foods" 44, s. Lewkowitsch, Analysis of fats etc. 1895, 489.

[4]) „Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt" 1896, 540 und „Chem. Revue über die Fett- und Harz-Ind." 6, 45 [1899].

Nachdem später Lewkowitsch die Richtigkeit des Heiseschen Befundes in Zweifel gezogen und das Vorhandensein eines Gemisches von Tristearin und Triolein in dem angeblichen Heiseschen Oleodistearin für möglich erklärt hatte, haben Henriques und Künne[1]) den Heiseschen Befund durch Untersuchung der Chlorjodadditionsprodukte des Oleodistearins aus Mkanifett und durch anderweitige Versuche eingehend nachgeprüft. Sie fanden zunächst durch zahlreiche Umkrystallisationen des Mkanifettes ein im krystallisirten Zustand konstant bei 45—46°, umgeschmolzen bei 39—40° schmelzendes Oleodistearin von der Jodzahl 28,6 (Theorie 28,6) als Hauptbestandtheil des Fettes und bestätigten dessen Konstitution an dem Chlor- und Jodgehalt des Chlorjodadditionsproduktes, das sie durch Einwirkung der Hüblschen Jodlösung auf das Oleodistearin erhielten. Auch gelang es ihnen, die Rückbildung des Oleodistearins aus dem Chlorjodprodukt durch Kochen mit organischen Basen (Anilin, Chinolin) darzulegen. Sie regen schließlich die Weiterverfolgung des Nachweises gemischter Glyceride in natürlichen Pflanzen- und Thierfetten an.

Später hat Heise[2]) aus dem Fett der Guttifere Garcinia indica, der sogenannten Kokumbutter, gleichfalls als Hauptbestandtheil Oleodistearin abgeschieden und weitere Untersuchungen über natürlich vorkommende gemischte Glyceride in Aussicht gestellt.

Der Eine von uns (Holde) beabsichtigte nun vor etwa Jahresfrist, da inzwischen Heise die Weiterverfolgung des Gegenstandes wegen anderweitiger Inanspruchnahme aufgeben mußte, in Gemeinschaft mit Henriques das Studium der gemischten Glyceride in den bekannteren Pflanzen- und Thierfetten wieder aufzunehmen, mußte indessen infolge von Erkrankung des Herrn Henriques diese Versuche allein bezw. in Gemeinschaft mit Herrn M. Stange einleiten. Wir wählten zum Gegenstand unserer Untersuchungen die festen Bestandtheile des Olivenöls, weil dieses eines der bekanntesten und zunächst am meisten interessirenden Fette darstellt, das man bisher im Wesentlichen als Gemisch von Triolein, mit geringeren Mengen Tripalmitin und Tristearin ansah, und weil sich aus seiner Zusammensetzung vielleicht nicht unberechtigte Schlüsse auf die Konstitution der festen Antheile ähnlicher Fette ziehen ließen. Nach verschiedenen vergeblichen Vorversuchen, durch Abkühlung und Abpressung des ursprünglichen Oeles die festen Bestandtheile abzuscheiden, verließen wir diesen Weg und wählten die starke Abkühlung der ätherischen Lösung des Oeles auf —40° bis —45° in einem Bade von Alkohol und fester Kohlensäure, das wir vor äußerer Erwärmung durch entsprechende schlechte Wärmeleiter (Sägespähne) schützten. Die ätherische Lösung befand sich hierbei in geräumigen Bechergläsern oder Erlenmeyer-Kolben, und ihre Temperatur wurde durch Alkohol-Thermometer beobachtet. Die festen Glyceride schieden sich unter diesen Umständen — ständiges Durchrühren vorausgesetzt — als krystallinische weiße Niederschläge ab, die bei etwa —30° bis —35° in einem durch Alkohol und Kohlensäure abgekühlten Heißwassertrichter filtrirt und durch wiederholtes Auflösen und Fällen bei —40° sowie durch späteres Fällen in kleinen Aethermengen bei —20° und endlich durch mehrfach wiederholtes Umkrystallisiren aus Alkoholäther bei Zimmerwärme von flüssigen Glyceriden befreit wurden. Die anfänglich angewandte Aethermenge betrug etwa das 3- bis 5-fache der angewandten Oelmenge und wechselte je nach Gehalt der verarbeiteten Oele an festem Glycerid. Wir wandten bei verschiedenen Versuchen von jedem Oel mehrere Portionen (je 45 bis 90 g) an und konnten so bei den einzelnen Oelen — im Ganzen wurden vier reine Olivenöle untersucht — 5—10 g reiner fester

[1]) „Chem. Revue über die Fett- und Harz-Ind." **6**, 45 [1899]. — „Berichte der deutsch. chem. Ges." [1899] **32**, 387.

[2]) „Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt" **1897**, 306.

Glyceride aus 400—700 g Oel abtrennen. Dabei sind selbstverständlich auch kleinere Mengen fester Glyceride mit in die Lösung der flüssigen Glyceride übergegangen. In einem Fall wurde das bei —40° gewonnene ätherische Filtrat der festen Glyceride auf —50° bis —60° im Alkohol-Kohlensäurebad abgekühlt und hierbei wieder ein weißer krystallinischer Niederschlag erhalten, der sich indessen bei Zimmerwärme als ölige Substanz von der Jodzahl 83, also im Wesentlichen als Olein erwies[1]). Die ins Auge gefaßte Möglichkeit, daß dieser Körper vielleicht noch weitere gemischte aber ölsäurereichere Glyceride darstellen könnte, mußte hiermit zunächst außer Betracht gelassen werden.

Das in der beschriebenen Weise durch mehrfaches Umkrystallisiren aus Alkoholäther gereinigte feste Glycerid war eine weiße porzellanartig aussehende Masse, die bei der geringsten Berührung mit der Hand sofort schmolz. Es zeigte bei allen untersuchten Olivenölen einen ganz konstanten Schmelzpunkt, der etwa 1° oberhalb oder unterhalb 30° lag, je nachdem er bei der krystallisirten oder umgeschmolzenen Substanz bestimmt wurde (s. auch oben die ähnlichen, wenn auch größeren Unterschiede in dem Schmelzpunkt der krystallisirten und umgeschmolzenen Substanz beim Oleodistearin). In Rücksicht auf den niedrigen Schmelzpunkt unserer Substanz waren wir von vornherein geneigt, auf ein anderes gemischtes Glycerid, als solches im Mkanisett u. s. w. gefunden wurde, zu schließen — eine Annahme, die sich auch weiterhin bestätigte. Einen doppelten Schmelzpunkt zeigte unser Glycerid analog dem Heiseschen insofern, als es bei gelegentlichen Beobachtungen, nach dem Erstarren auf Eis, später bei Zimmerwärme breiig ölig und bei weiterem Stehen paraffinartig hart erschien. Beim Erhitzen des Glycerids über seinen eigentlichen Schmelzpunkt bis auf 55° zeigte sich kein erneutes Erstarren. Aus verdünntem Alkohol krystallisirte das Glycerid in fächerförmig angeordneten weichen Nadeln.

Wir haben nun die festen Glyceride aus einigen Olivenölen genauer in Bezug auf ihre Eigenschaften, d. h. Verseifungszahl, Molekulargewicht, Jodzahl, nicht flüchtige Gesammtfettsäure (Hehnerzahl), Glyceringehalt, specifisches Gewicht, sowie auf das Mengenverhältniß und die Eigenschaften der in dem Glycerid enthaltenen Fettsäuren geprüft. Die Ergebnisse finden sich in der nachstehenden Uebersicht, in der wir zur Orientirung die berechneten bezw. bekannten Zahlen der zum Vergleich heranzuziehenden gemischten Glyceride und Fettsäuren angeführt haben.

Konstanten der gemischten Glyceride

	gefunden für		berechnet für	
	festes Glycerid aus Olivenöl		Oleodimargarin	Oleodipalmitin
	Oel I.	Oel II.	$C_3H_5\swarrow^{C_{18}H_{33}O_2}_{(C_{17}H_{33}O_2)_2}$	$C_3H_5\swarrow^{C_{18}H_{33}O_2}_{(C_{16}H_{31}O_2)_2}$
Verseif.-Zahl . .	196,2; 196	196,6; (193,4)	195,2	201,8
Mol.-Gewicht . .	859; 859,6	857; (871)	860,9	832,9
Jodzahl	30,1	29,8	29,5	30,5
Schmelzpunkt C° .	29—31	29,2—30,4 umgeschm. 30,6—31,7 krystall.	—	—

[1]) Das ursprüngliche Oel hatte annähernd gleich hohe Jodzahl, nämlich 82,4.

Konstanten der gemischten Glyceride

	gefunden für festes Glycerid aus Olivenöl		berechnet für	
			Oleodimargarin	Oleodipalmitin
	Oel I.	Oel. II.	$C_3H_5\langle^{C_{18}H_{33}O_2}_{(C_{17}H_{33}O_2)_2}$	$C_3H_5\langle^{C_{18}H_{33}O_2}_{(C_{16}H_{31}O_2)_2}$
Optische Drehung .	0°	—	—	—
Gesammtfettsäure .	—	95,82 %	95,6 %	95,16 %
Glycerinrest C_3H_5	—	3,65 „	—	—
Spec. Gewicht .	—	0,980[1])	—	—

Konstanten der Fettsäuren

	gefunden für feste Säuren des Glycerids	gef. bezw. ber. für Margarinsäure	gef. bezw. ber. für Palmitinsäure	gefunden für flüssige Säuren des Glycerids	berechnet für Oelsäure
Verseif.-Zahl .	210,9; 211,9; [215,6] 211,9; 211,5	208	219	199,1	198,9
Mol.-Gewicht .	Mittel 265,4	270	256	282,0	282
Jodzahl . . .	0	0	0	90,0; 91,9	90,5
Schmelzpunkt C°	52—53; 54—56; 54,6—57; 59—61°	59,9	62	bei Zimmertemper. flüssig	bei Zimmertemper. flüssig

Mengenverhältniß von fester zu flüssiger Säure.

Gefunden			Theorie für $C_3H_5C_{18}H_{33}O_2(C_{17}H_{33}O_2)_2$
I.	II.		
2,2 : 1	2,2 : 1	1,78 : 1	1,9 : 1

Das Molekulargewicht des aus dem Glycerid abgeschiedenen Gemisches von flüssiger und fester Säure betrug, durch Titration ermittelt, 273. Für $(C_{17}H_{34}O_2)_2\,C_{18}H_{34}O_2$ oder für $\begin{cases} C_{18}H_{36}O_2 \\ C_{16}H_{32}O_2 \\ C_{18}H_{34}O_2 \end{cases}$ berechnet sich 274.

Die flüssigen Säuren trennten wir von den festen Fettsäuren dadurch, daß wir aus dem verseiften Glycerid die Bleisalze mittelst kalter alkoholisch-wässriger Bleiacetatlösung fällten und die getrockneten Salze mit Schwefeläther extrahirten. Ungelöst blieben nur die Bleisalze der festen Säuren. Durch Zersetzung der Bleisalze mittelst Salzsäure, z. Th. bei Gegenwart von Schwefeläther oder Petroläther, haben wir die Säuren abgeschieden. Bei Abscheidung der Oelsäure aus den gelösten Bleisalzen wurde zur Vermeidung der Oxydation der Oelsäure die Abscheidung bei niederer Temperatur ausgeführt und aus den ätherischen Lösungen die Oelsäure unter Verflüchtigung des Aethers im Vakuum, z. Th. auch durch Einleiten eines Kohlensäurestromes bewirkt. Zur Reindarstellung der Oelsäure wurde schließlich deren Ueberführung in das Baryumsalz und Extraktion des letzteren mit heißem Alkohol nach der bekannten klassischen Arbeit Gottlieb's[2]) (Ann. d. Chem. Jahrgang 1846) erforderlich. Die Oelsäure wurde aus dem bei Zimmerwärme aus alkoholischer Lösung ausgefallenen Baryumsalz durch Weinsäure

[1]) Mehrere Kontrolbestimmungen des nach der Alkoholschwimmmethode ermittelten specifischen Gewichts ergaben bei 15 C° die Werthe 0,9712, 0,9793 und 0,9815. Der in der oben citirten Arbeit (Ber. 34, 1901, S. 2402) angeführte Werth 0,9940 scheint hiernach fehlerhaft zu sein. Weitere Versuche hierüber sind im Gange. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß sich durch verschiedenartige Abkühlung des geschmolzenen Glycerids allotrope Modifikationen bilden.

[2]) S. a. Schädler, Technologie der Fette, 1892, S. 179.

in der Kälte abgeschieden und dann aus der ätherischen Lösung im Vakuum durch Verdampfung des Aethers gewonnen. Wenn dieses Reinigungsverfahren der Oelsäure nicht angewandt wurde, so kamen wir, statt zu einer anfangs wasserhellen und später erst sehr schwach gelblich werdenden, zu einer bräunlichgelbrothen Säure, deren Eigenschaften (Jodzahl 84 und 85) freilich die Gegenwart reiner Oelsäure in den flüssigen Säuren nichtsdestoweniger erkennen ließen. Daß das Verhältniß der Mengen der flüssigen und festen Säuren nicht ganz scharf, sondern nur annähernd der Theorie entsprach, war darauf zurückzuführen, daß die Gewinnung der Säuren eine immerhin langwierige präparative Arbeit erforderte und bei der Trennung mittelst der Bleisalze an und für sich schon gewisse Gleichgewichtszustände in der Löslichkeit der Bleisalze der festen und der flüssigen Säuren in Schwefeläther eintreten, welche die genaue quantitative Abscheidung etwas erschweren. Nichtsdestoweniger bestätigen auch die Werthe in obiger Uebersicht, insbesondere die Jodzahlen ohne Weiteres, daß das Verhältniß von festen und flüssigen Fettsäuren dasjenige von 2 Mol. zu 1 Mol. ist, und daß im Olivenöl ein gemischtes festes Glycerid von der Formel

$$C_3H_5(C_{17}H_{33}O_2)_2C_{18}H_{33}O_2 \quad \text{oder} \quad C_3H_5\begin{cases}C_{18}H_{35}O_2\\C_{16}H_{31}O_2\\C_{18}H_{33}O_2\end{cases}$$

vorliegt, dessen Mengen bei den von uns untersuchten Proben zu 1,25—2 % gefunden wurden.

Ob die eine oder andere dieser beiden Formeln zutraf, konnte erst die nähere Untersuchung der festen Säuren ergeben. Wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich ist, konnten wir bei den festen Säuren des Glycerids noch nicht einen genügend konstanten Schmelzpunkt erzielen. Der zunächst zwischen 53 und 55° liegende Schmelzpunkt stieg, wenn besonders günstige, noch nicht genau festgelegte Kryställisationsbedingungen z. B. langsames Kryställisiren aus Petroläther lösung herbeigeführt wurden, bei einzelnen Antheilen der Säuren bis auf etwa 60° oder auf 61,2°, aber selbst bei sorgfältigen, nach den Angaben von Heintz wiederholt ausgeführten fraktionirten Fällungen der festen Säuren mittelst Magnesiumacetat und weiterem Umkryställisiren der einzelnen Fraktionen aus Alkohol konnten wir nie zu einem höheren Schmelzpunkt als 60—61° kommen, während zahlreiche Fällungen von niederen, aber nicht unter 52° liegenden Schmelzpunkten auch bei wiederholter Umkryställisation aus Alkohol erhalten wurden. Somit war nur die Gegenwart einer Säure $C_{17}H_{34}O_2$ naheliegend. Die Säuren kryställisirten in büschelförmig angeordneten Nadeln. Die von Krafft synthetisch gewonnene, aber in natürlichen Fetten nicht vorkommende Margarinsäure (Schmelzpunkt 59,9°), sowie die von Gerard aus dem Oel von Datura strammonium gewonnene Daturinsäure (Schmelzpunkt 54,5°) haben diese Formel. Aus künstlich bereiteten, bei etwa 55° schmelzenden Mischungen von Stearinsäure (Schmelzpunkt 69,2°) und Palmitinsäure (Schmelzpunkt 62°) konnten wir die reinen Säuren von entsprechenden Schmelzpunkten nach Heintz ohne größere Schwierigkeit abscheiden. Somit hatten wir keine Veranlassung, in den von uns aus den festen Glyceriden des Olivenöles abgeschiedenen festen Fettsäuren etwa ein Gemisch von Palmitin- und Stearinsäure, das auch auf die von uns festgestellte Bruttoformel der festen Säure $C_{17}H_{34}O_2$ passen konnte, anzunehmen. Nichtsdestoweniger sollen über diesen Punkt noch weitere Untersuchungen vorbehalten bleiben, weil sonst bekanntlich Fettsäuren mit unpaarer Anzahl von Kohlenstoffatomen aus natürlichen Fetten bisher kaum mit Sicherheit abgeschieden worden sind. Nördlinger[1]) glaubt im Palmfett neben Palmitin- und Stearinsäure auch 1 % der Gerardschen Daturinsäure $C_{17}H_{34}O_2$ nachgewiesen zu haben.

[1]) „Berichte der deutsch. chem. Ges." [1892] **25**, Ref. 578.

Es war nun verlockend, zu untersuchen, in wie weit etwa auch in der Betrachtung der Konstitution der festen Bestandtheile der thierischen Fette Richtigstellungen erforderlich wären. Wir haben zu diesem Zweck aus den festen Preßrückständen von Knochenöl, das zur Fabrikation von feinen Uhrenölen, Rostschutzölen dient, durch Umkrystallisiren aus Alkoholäther bei mäßig tiefen Temperaturen (in einem Gemisch von Viehsalz und Eis) die festen Glyceride nahezu ganz rein dargestellt. Bei einem dieser Produkte, das wir in zwei Reinigungszuständen als sehr harte, gelbliche, bezw. als weiße Masse erhielten, waren die Schmelzpunkte 58° bis 59° bezw. 52° bis 53° und die entsprechenden Jodzahlen 2,2 bezw. 7,7. Hiernach konnten wir zunächst nur die Gegenwart von noch geringen Mengen Olein in diesen festen Glyceriden annehmen und nicht vermuthen, daß ölsäurehaltige gemischte Glyceride in diesem thierischen Fett vorliegen. Es liegt auch nahe anzunehmen, daß in ähnlichen thierischen Fetten, z. B. Rindertalg und Hammeltalg, nicht derartige gemischte Glyceride vorkommen, indessen sollen auch über diesen Punkt, ebenso wie über die festen Glyceride anderer pflanzlicher Fette, noch weitere Untersuchungen vorbehalten bleiben, nachdem wir nunmehr in der Lage sind, in sicherer, wenn auch zum Theil in etwas langwieriger Weise die festen Glyceride aus natürlichen Fetten durch die von uns gewählte Abscheidungsweise rein darzustellen[1]).

Wir möchten zum Schluß nicht verfehlen, noch auf die vielleicht nicht unwichtigen Beziehungen der obigen Befunde zur analytischen Beurtheilung der Fette und zu den schon von Heise gestreiften physiologischen Betrachtungen der Fette hinzuweisen.

Bei einigen der vorstehenden Untersuchungen, insbesondere bei der Darstellung von Rohmaterial, den Reindarstellungen der Oelsäure nach dem Gottliebschen Verfahren und der Kontrole einiger der festgestellten Konstanten hat uns der Volontär der Oelprüfungsabtheilung Herr stud. G. Walther in dankenswerther Weise unterstützt.

---

3. Die Natur der festen Säuren des Olivenöls.

Von Dr. D. Holde, Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung.

In der vorstehenden Abhandlung hatte ich in Gemeinschaft mit M. Stange gezeigt, daß die festen Glyceride einiger reiner Olivenöle sog. gemischte Glyceride von der Formel

$$C_3H_5\begin{cases}(C_{17}H_{33}O_2)_2\\C_{18}H_{33}O_2\end{cases} \quad \text{oder} \quad C_3H_5\begin{cases}C_{16}H_{31}O_2\\C_{18}H_{35}O_2\\C_{18}H_{33}O_2\end{cases}$$

darstellten.

Auf Grund der Schmelzpunktsbestimmungen mit den wiederholt aus Alkohol umkrystallisirten oder fraktionirt nach Heintz gefällten Antheilen der festen Säuren dieses Glycerids nahmen wir an, daß die festen Säuren nicht, wie ihr Molekulargewicht (270) z. B. zuläßt, aus je 1 Mol. Stearinsäure und Palmitinsäure bestehen, sondern daß sie Säuren von der einheitlichen Formel $C_{17}H_{34}O_2$ darstellen. Weil aber die Existenz von Säuren mit unpaarer

---

[1]) Während der Drucklegung dieser Arbeit theilt mir Herr Dr. Klimont, Wien, in Verfolg unserer Veröffentlichung in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft 1901, S. 2402 mit, daß er im letzten Winter in der Kakaobutter Oleopalmitostearin $C_3H_5\begin{cases}C_{18}H_{33}O_2\\C_{16}H_{31}O_2\\C_{18}H_{35}O_2\end{cases}$ als Hauptbestandtheil erkannt und auch im Oleum Stillingiae gemischte Glyceride gefunden habe. K. hat über diese Befunde inzwischen eine vorläufige Mittheilung veröffentlicht. (Ber. d. chem. Ges. 1901, S. 2636.) Holde.

Zahl von Kohlenstoffatomen in der Natur bisher nur vereinzelt mit Sicherheit nachgewiesen ist, wurde eine nähere Prüfung unseres Befundes vorbehalten. Diese Prüfung habe ich nunmehr insofern abgeschlossen, als ich durch nochmalige sorgfältige Fraktionirung der festen Säuren des Olivenöls nach Heintz, Bestimmung des Schmelzpunktes und des Molekulargewichtes der abgeschiedenen Fällungen sowie durch entsprechende Vergleichsversuche an zwei künstlichen Gemischen von je 1 Mol. Stearinsäure und Palmitinsäure die Abwesenheit des letzteren Gemischs in den festen Olivenölsäuren klarlegte. Zu den Versuchen wurden je etwa 1,6 g der festen Säuren des Olivenöls und der molekularen Gemische von Stearinsäure und Palmitinsäure benutzt.

Die Konstanten der zu den Versuchen benutzten Stearinsäure und Palmitinsäure waren folgende:

	Schmelzpunkt C°	Molekulargewicht
Stearinsäure	69[1])	281 (Theorie 284)
Palmitinsäure . . .	62,1	253 („ 256).

Die Ergebnisse der Fraktionirungsversuche, bei denen die Fettsäuren in alkoholischer Lösung durch unzureichende Mengen Magnesiumacetat in kleinen Portionen gefällt und aus den Magnesiumsalzen durch verdünnte Schwefelsäure abgeschieden wurden, finden sich in nachstehender Uebersicht.

Fraktionirte Fällungen von festen Fettsäuren nach Heintz mittelst Magnesiumacetat nebst Schmelzpunkts- und Molekulargewichtsbestimmungen einzelner Fraktionen.

Etwa 1,6 g eines bei 55,5—56,5 schmelzenden Gemisches von 2,84 g Stearinsäure und 2,56 g Palmitinsäure.

1,6 g feste Säuren aus Olivenöl, Schm. 53—53,5 C°, Mol.-Gew. 268.

Fraktionirungsreihe a, angew. etwa 1,6 g				Fraktionirungsreihe b, angew. etwa 1,6 g							
Fällung Nr.	Gewicht g	Schm.-C°	Molekulargewicht	Fällung Nr.	Gewicht g	Schm.-C°	Molekulargewicht	Fällung Nr.	Gewicht g	Schm.-C°	Molekulargewicht
1	0,0925	59—62	—	1	0,1605	61,5—64,3 63,9—64,2	Fäll. 1+2 280,4	1	0,0985	52,5—53,5	Fäll. 1+2 273
2	0,2193	60—63	—	2	0,1738	61,8—64,5	279,6	2	0,151	53,0—54,0	
3	0,1276	60—63 61—63	—	3	0,1600	58,5—61,0	Fäll. 3+4 274,6	3	0,112	53,5—54,5 52,5—53,8	Fäll. 3+4 271
4	verloren	—	—	4	0,1388	56,2—57,5 57,5—57,8		4	0,1596	53,0—53,5 53,0—54,0	
5	0,2118	56,8—57,5 55,2—56,8 56,6—57,5	271	5	0,1850	55,5—56,5	271,5	5	0,2020	53,2—54,2	—
6	0,1752	55,5—57,0 55,2—57,2 56,2—57,0	Fäll. 6+7 (278)	6	0,2010	—		6	0,1690	54,3—54,8 54,5—55,0 54,5—55,2	—
7	0,1609	54,5—55,3		7	0,1978	57,5—59,5	265,5[3])	7	0,2782	55,2—57,4 56,0—56,5 55,0—56,3	266,3
8	0,1796	59—60	265,5[3])	8	0,0254	57,8—62	—	8	0,215	57,2—59,8 58,5—60,4 59,1—60,5	Fäll. 7+8 271,8

[1]) Die Schmelzpunkte der Stearinsäure werden bekanntlich verschieden, nämlich von Saytzeff und Henriques zu 71—71,5°, von Heintz und Heise zu 69,5° angegeben.

[2]) Vereint mit Fällung 8 von Reihe a bestimmt.

[3]) Siehe Fußnote 2.

Die Fällungen 1 und 2 der Reihe b des Gemisches von Stearin- und Palmitinsäure ergaben bei einmaligem Umkrystallisiren aus Alkohol eine Säure vom Schmelzpunkt 66,5 bis 67,5, und beim nochmaligen Umkrystallisiren konnte schon reine Stearinsäure vom Schmelzpunkt 68—69,0° in schönen silberglänzenden Blättchen erhalten werden. Im Gegensatz hierzu gaben die Fällungen 1—4 der festen Säuren aus Olivenöl beim Umkrystallisiren aus Alkohol Säuren von pulveriger Beschaffenheit vom Schmelzpunkt 55,5—57 C°. Durch wiederholtes Umkrystallisiren ergaben sich, nachdem beim ersten Umkrystallisiren der Schmelzpunkt auf 51,5—53,0 C° gefallen war, Schmelzpunkte von 57,5—58,5; 58—59,5 und bei den aus den Mutterlaugen zuerst ausgefallenen Säuren Schmelzpunkte von 57,5—58,5 und 57—59°.

Nach Vorstehendem unterscheiden sich die festen Säuren des Olivenöls ganz außerordentlich nicht nur hinsichtlich ihres ursprünglichen Schmelzpunktes, sondern auch in den Schmelzpunkten und im Molekulargewicht der einzelnen Fraktionen vom molekularen Gemisch der Palmitin- und Stearinsäure. Die an Stearinsäure ganz bedeutend angereicherten ersten Fällungen des Gemisches von Palmitin- und Stearinsäure erheben sich im Schmelzpunkt um 10° und im Molekulargewicht um 7 Einheiten über die entsprechenden Fraktionen der Olivenölsäuren. Die Fraktionen der Olivenölsäuren zeigen sämmtlich gleiche bezw. nur innerhalb der normalen Fehlergrenzen schwankende und auf die einheitliche Bruttoformel $C_{17}H_{34}O_2$ hindeutende Molekulargewichte, während bei der ersten bis siebenten Fällung des Stearin-Palmitinsäuregemisches die Molekulargewichte von 280 bis 265,5, entsprechend dem Abfall der Schmelzpunkte und der Anreicherung der ersten Fraktionen an Stearinsäure, gefallen sind.

Hiernach ist es erwiesen, daß in den festen Säuren der untersuchten Olivenöle kein Oleopalmitostearin, wie dies z. B. Klimont in der Kakaobutter gefunden hat, sondern ein Glycerid von der Formel $C_3H_5\begin{cases}(C_{17}H_{33}O_2)_2\\C_{18}H_{33}O_2\end{cases}$ vorliegt.

Der Aufklärung bedarf jetzt nur noch die Konstitution der noch nicht konstanten Schmelzpunkt zeigenden Säure $C_{17}H_{34}O_2$, insbesondere auch die Frage, in welcher Beziehung die aufgefundene Säure hinsichtlich ihrer Konstitution zu der bei 54,5 schmelzenden Gérardschen Daturinsäure $C_{17}H_{34}O_2$ und der bei 59,5 C° schmelzenden Kraffschen Margarinsäure steht.

Zur weiteren Verfolgung dieser Fragen will ich die Ester der fraglichen Säuren des Olivenöls und nöthigenfalls die aus ihnen dargestellten Amidoderivate heranziehen.

Zum Schluß spreche ich noch Herrn Dr. Naphtali, der mich bei Bereitung der oben beschriebenen Fettsäurefraktionen mehrfach unterstützt hat, meinen besten Dank aus.

---

4. Hart-Post.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Im April d. J. verschickte das kaiserliche Patentamt ein Rundschreiben an verschiedene Fachschriften und sachverständige Stellen, in dem es um Auskunft über das Waarenzeichen „Hart-Post" ersuchte. Zum besseren Verständniß des Nachfolgenden ist das Schreiben hier im Wortlaut wiedergegeben.

„Es ist die Löschung des unter 1665 der Zeichenrolle für Max Krause in Berlin eingetragenen Waarenzeichens

Hart-Post

wegen Beschaffenheitsangabe (§ 4 Ziffer 1 des Gesetzes zum Schutz der Waaren-

bezeichnungen vom 12. Mai 1894) angeregt worden (Waarenzeichenblatt für 1895, S. 65, Nr. 1665).

Um über diesen Antrag entscheiden zu können, wird um gefällige Auskunft ersucht, ob das Wort „Hart" bereits am 1. Oktober 1894 eine verkehrsübliche Beschaffenheitsangabe für Papier, Papierausstattung, Briefdecken und Karten aller Art gewesen ist.

Da das Zeichen sich bereits seit einer Reihe von Jahren im Verkehr befindet, so wäre auch eine Aeußerung darüber erwünscht, ob etwa das Zeichen im Verkehr allgemein als das Individualzeichen der Firma Max Krause in Berlin, Beuthstr. 7, nicht aber als Hinweis auf die besondere Härte des Papiers aufgefaßt wird."

Die Anwendung des Wortes „hart" zur Kennzeichnung gewisser Eigenschaften bei den Erzeugnissen der Papierindustrie dürfte wohl ebenso alt sein wie diese Erzeugnisse selbst; man spricht eben von jeher von „harten", „weichen", „lappigen" u. s. w. Papieren und drückt hiermit gewisse Eigenschaften des Materials aus, die je nach dem Verwendungszweck vortheilhaft oder unvortheilhaft sein können. So verlangt man von einem Druckpapier, daß es möglichst weich sein soll, denn nur dann können die Feinheiten des Druckes gut zum Ausdruck kommen. Das Gleiche gilt, wenn auch nicht in dem Maße, für Schreibpapiere; je härter die Oberfläche eines Schreibpapiers ist, um so eher ermüdet die Hand beim Schreiben und um so schneller nützt sich die Feder ab. Die Angabe, daß ein Schreibpapier besonders hart sei, würde also keine Empfehlung des Erzeugnisses sein. Aus diesem Grunde muß es als sehr unwahrscheinlich bezeichnet werden, daß bei dem Waarenzeichen Hart-Post das Wort „Hart" eine besonders harte Beschaffenheit des Papiers zum Ausdruck bringen soll. Diese Annahme scheint aber der im Eingang des Schreibens des Patentamts erwähnten Anfechtung zu Grunde zu liegen, denn § 4 Absatz 1 des Gesetzes zum Schutz der Waarenbezeichnungen besagt:

„Die Eintragung in die Rolle ist zu versagen für Freizeichen, sowie für Waarenzeichen, welche ausschließlich in Zahlen, Buchstaben oder solchen Wörtern bestehen, die Angaben über Art, Zeit und Ort der Herstellung, über die Beschaffenheit, über die Bestimmung, über Preis-, Mengen- oder Gewichtsverhältnisse der Waare enthalten."

Die Aeußerung der Aeltesten der Berliner Kaufmannschaft zu der Frage des Patentamtes ist in der Papierzeitung 1901 Nr. 39 mitgetheilt:

„Auf Anfrage des Kaiserlichen Patentamts beschlossen die Aeltesten zu bekunden, daß unter „Hart-Post" ein reines Zellstoffpapier verstanden werde, wie solches für die Zwecke der Schreibmaschine verwendet wird. Das Wort bezeichne eine bestimmte Qualität des Papiers, die von verschiedenen Firmen, nicht etwa nur von einer einzigen, hergestellt wird."

Diese Auskunft gab der Versuchsanstalt Veranlassung, sich eine Reihe von Papieren zu beschaffen, die unter der Bezeichnung „Hartpost-Papiere" gehandelt werden, um zu ermitteln, ob das über die Stoffzusammensetzung dieser Sondererzeugnisse Gesagte allgemein zutrifft. Vier Fabriken und drei Großhandlungen stellten der Anstalt Muster der von ihnen erzeugten beziehungsweise gehandelten Papiere zur Verfügung.

Die Namhaftmachung der Fabriken und Händler muß selbstverständlich, um keinerlei Geschäftsinteresse zu verletzen, unterbleiben; aus dem gleichen Grunde sind keine Angaben über die in den Papieren zum Theil vorhandenen Wasserzeichen gemacht; nur so viel sei gesagt, daß von den 34 untersuchten Papieren 16 ein Wasserzeichen führten, 18 nicht.

Die Ergebnisse der Prüfung der Muster sind nachstehend zusammengestellt.

Stoffzusammensetzung von 34 als „Hartpost-Papiere" gehandelten Papiersorten.

Lfde. Nr.	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %
	Papiere der Fabrik A.	
1	Baumwolle, geringe Mengen Leinen	2,50
2	„ „ „ „ etwa 15 % Holzcellulose	9,50
3	„ etwa 20 % Holzcellulose	7,00
4	„ geringe Mengen Leinen	2,50
5	„ „ „ „ etwa 25 % Holz- und Strohcellulose	6,00
6	„ Leinen, etwa 25 % Holz- und Strohcellulose	14,75
7	„ geringe Mengen Leinen, etwa 25 % Holzcellulose	9,25
8	„ „ „ „ „ 40 „ „	8,75
	Papiere der Fabrik B.	
9	Leinen, geringe Mengen Baumwolle, etwa 30 % Holzcellulose	8,50
10	„ Baumwolle, etwa 25 % Holzcellulose	3,50
	Papiere der Fabrik C.	
11	Holzcellulose	13,25
12	„	12,50
13	etwa 95 % Holz- und Strohcellulose, geringe Mengen Baumwolle	14,50
	Papiere der Fabrik D.	
14	Leinen, Baumwolle	2,25
	Papiere der Handlung E.	
15	Leinen, Baumwolle	1,00
16	„ „	1,00
17	Baumwolle, Leinen	1,00
18	Leinen, Baumwolle	1,25
19	Baumwolle, Leinen	1,25
20	Leinen, Baumwolle	1,00
21	„ „	1,00
22	„ „	1,00
23	„ „	1,00
24	Baumwolle, Leinen	1,00
25	„ „	1,00
26	Leinen, Baumwolle	1,00
27	Holzcellulose	9,00
	Papiere der Handlung F.	
28	etwa 80—85 % Holzcellulose, Leinen, geringe Mengen Baumwolle	8,75
29	Holzcellulose	10,00
30	„	11,00
31	„	11,50
32	„	8,25
33	„	8,75
	Papiere der Handlung G.	
34	etwa 65 % Holzcellulose, Baumwolle, Leinen	5,00

Die Zusammenstellung zeigt, daß unter der Bezeichnung „Hartpostpapier" Papiere lediglich aus Lumpen ohne Zusatz mineralischer Stoffe herunter bis zu Papieren aus Zellstoffen mit erheblichem Erdezusatz in den Handel kommen.

Das Ergebniß dieser Prüfung wird wohl manchen Fachmann überraschen, wie es auch hier in der Versuchsanstalt überrascht hat.

Von einer „bestimmten Qualität", wie sie nach der oben wiedergegebenen Auskunft diesen Papieren eigen sein soll (welcher, ist nicht gesagt), war bei den untersuchten 34 Papieren nichts zu beobachten. Mit Bezug auf die Stoffmischung geht dies aus der Tabelle ohne weiteres hervor; es gilt aber auch für das Aeußere und die Festigkeit. Von schöner griffiger und klingender Waare, vorzugsweise mit stumpfer Oberfläche, herunter bis zu lappigen, theilweise stark geglätteten Proben, waren die verschiedensten Abstufungen vertreten. Beim Knitterversuch zeigten manche Proben einen „sehr großen" Widerstand, während andere kaum als „mittelmäßig" angesprochen werden konnten.

Die Eigenschaften der unter der Bezeichnung „Hartpost" gehandelten Papiere sind also außerordentlich verschieden.

---

5. Prüfung von Drainrohren.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung Ingenieur M. Gary.

Bei Ausführung einer Drainageleitung auf einem städtischen Grundstücke entstanden Meinungsverschiedenheiten darüber, ob die verwendeten Drainrohre aus gebranntem Lehm dieselbe Haltbarkeit und Dauer besitzen als solche aus gebranntem Thon. Die Prüfung sollte darüber entscheiden. Auf Anrathen der Versuchsanstalt wurde sie auch auf diejenigen Eigenschaften ausgedehnt, welche für die Beurtheilung von Drainrohren überhaupt von Wichtigkeit sind.

Demgemäß erstreckte sich die Prüfung auf

1. Beschaffenheit der Bruchfläche,
2. Specifisches Gewicht, Raumgewicht und Dichtigkeitsgrad,
3. Wasserdurchlässigkeit,
4. Wasseraufnahmefähigkeit,
5. Widerstandsfähigkeit wassersatt gemachter Rohre gegen Druck von außen,
6. Widerstandsfähigkeit wassersatt gemachter und 25mal hintereinander abwechselnd gefrorener und wieder aufgethauter Rohre gegen Druck von außen.

Die Ergebnisse der Prüfungen unter 1 und 2 enthält die nachstehende Tabelle 1, die unter 3 die Tabelle 2 und die unter 4—6 die Tabelle 3. Die Prüfungen unter 1, 2 und 4 wurden in der üblichen Weise ausgeführt.

Tabelle 1. **Prüfung von Drainrohren auf allgemeine Eigenschaften.**

Bezeichnung der Rohre	Gefüge	Bruch	Farbe	Abmessungen cm			Spec. Gewicht	Raumgewicht	Dichtigkeitsgrad
				Länge	Durchmesser				
					außen	innen	s	r	$d = \frac{r}{s}$
I	Körnig, knollig, rissig, zellig, porös	uneben, rauh	roth	30	6,5	4,0	2,679	1,750	0,653
II	Feinkörnig, ziemlich scharfkantig	uneben, rauh	gelb	29	5,5	3,5	2,667	1,879	0,705

Tabelle 2. **Prüfung von Drainrohren auf Wasserdurchlässigkeit.**

Bezeichnung der Rohre		Gewicht der Rohre vor dem Versuch g	Gewicht der Proben in g, nachdem sie Stunden im Wasser gestanden hatten: 1	2	3	4	5	24	48	72	96	144	168	216	Bemerkungen
I	1	1036	1184	1208	1220	1230	1239	1353	1410	1415[1])	—	—	—	—	[1]) Der Wasserspiegel hatte in den Rohren und außerhalb derselben gleiche Höhe.
	2	1020	1109	1115	1125	1130	1132	1187	1237	1267	1284	1293[1])	—	—	
	3	1020	1103	1108	1115	1120	1122	1172	1212	1241	1259	1281[1])	—	—	
	4	1023	1135	1143	1150	1154	1158	1205	1231	1252	1270	1295	1302	1310[1])	
	5	970	1042	1046	1052	1055	1058	1095	1120	1140	1157	1182[1])	—	—	
II	1	819	820	827	829	829	831	839	840[2])	—					[2]) Da das Wasser die Rohre nicht durchdrang, wurden sie so lange in dem Wasser belassen, bis Gewichtsgleichheit eingetreten war, d. h. der Scherben kein Wasser mehr aufsaugte.
	2	752	752	753	756	756	758	761[2])	—	—					
	3	770	772	773	776	776	776	780	781	784[2])					
	4	800	804	808	810	810	812	817	817	819[2])					
	5	760	761	763	768	770	771	773[2])	—	—					

Für die Prüfung unter 3, Wasserdurchlässigkeit, wurde folgendes Verfahren gewählt. Auf ein Blatt Papier wurden etwa 1 cm hohe Messingringe gelegt und in diese die Drainrohre aufrecht so eingehängt, daß sie den Boden nicht berührten. Dann wurde der Ring mit einer geschmolzenen Mischung von Wachs und Kolophonium voll gegossen und auf diese Weise die untere Seite des Rohres wasserdicht verschlossen. Die Rohre wurden nun gewogen und dann derart in Wasser gestellt, daß das obere offene Ende etwa 10 cm aus dem Wasser herausragte (Fig. 1). Die durch das Eindringen des Wassers durch die Wandungen der Rohre eintretende Gewichtszunahme wurde festgestellt wie Tab. 2 und Fig. 2 I und II zeigt.

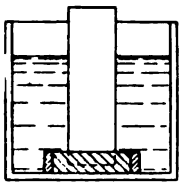


Fig. 1.

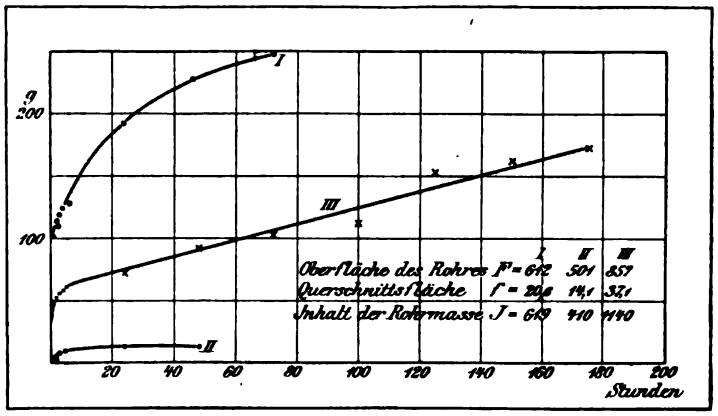


Fig. 2. Wasserdurchlässigkeit von Drainrohren.

Sorte I ließ das Wasser schnell und stätig durch, Sorte II langsam und zögernd. In Zukunft ist in Aussicht genommen, das ins Innere des Rohres gedrungene Wasser zu messen.

Die nach Beendigung der Versuche von dem Wachsverschluß befreiten Rohre wurden in der Längsrichtung mit einer schmalen und ebenen Cementleiste versehen, um gleichmäßiges Aufliegen auf der unteren Druckplatte zu erzielen und dann noch einige Tage völlig unter

Tabelle 3. **Prüfung von Drainrohren auf Wasseraufnahme und Druckfestigkeit.**
Mittelwerthe aus je 5 Versuchen.

Bezeichnung der Rohre	Wasseraufnahme		berechnet auf 100 ccm	Druckfestigkeit		Bemerkungen
	der Probe g	berechnet auf 100 g Probengewicht		Bruchlast		
				der wassersatten Rohre	der im wassersatten Zustande 25 mal gefrorenen Rohre	
I	157	16,6	2,5	654	640	Risse und Zerstörung fielen in der Bruchlast zusammen.
II	22	3,0	0,5	515	492	Die Rohre zerbrachen ziemlich gleichmäßig in vier Stücke.

Wasser gesetzt. Im wassersatten Zustande wurden die Rohre den Prüfungen unter 5 unterzogen, wobei die Unebenheiten der oberen Berührungsfläche durch zwischengesteckte kleine Holzkeile ausgeglichen wurden (Fig. 3).

Zu den Versuchen unter 6. wurden die auf Wasseraufnahme geprüften Rohre verwendet, die im wassersatten Zustande 25mal abwechselnd je vier Stunden dem Froste von durchschnittlich — 11 C° ausgesetzt und je drei Stunden in Wasser von Zimmerwärme wieder aufgethaut und hiernach in gleicher Weise wie die Rohre unter 5. vorbereitet und auf Druckfestigkeit geprüft wurden. Durch die Frostbeanspruchung hatten die Rohre keine Beschädigung erlitten.

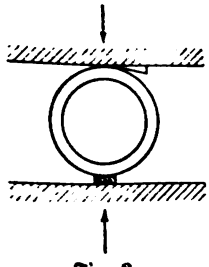


Fig. 3.

Die Versuchsergebnisse bringen die Verschiedenheit der Rohre deutlich zum Ausdruck. Namentlich beweisen die Versuche auf Wasserdurchlässigkeit und auch die auf Druckfestigkeit die Ueberlegenheit der Rohre I. Interessant ist, daß der poröse Scherben die höhere Druckfestigkeit geliefert hat, was wohl auf die um 0,3 cm größere Wandstärke der Rohre I zurückzuführen sein dürfte.

Auf Antrag einer Ziegelei wurde bald darauf eine dritte Sorte Drainrohre III, roth gebrannt, 31 cm lang mit 5,5 cm innerem und 8,8 cm äußerem Durchmesser geprüft.

Die Prüfung erstreckte sich auf das Vorhandensein schädlicher Bestandtheile, auf Wasserdurchlässigkeit und Druckfestigkeit der wassersatten und 25mal gefrorenen und wieder aufgethauten Rohre.

Schädliche Bestandtheile (Aetzkalk, leichtlösliche Salze) waren nicht vorhanden. Die Rohre enthielten nur 0,12 % lösliche Salze.

Die Wasserdurchlässigkeit wurde in derselben Weise bestimmt, wie oben geschildert. Die Rohre ließen zwar nur langsam, aber stetig Wasser durch, wie aus Tab. 4 und Fig. 2 Linienzug III ersichtlich ist.

Rohr 3 zeigte nach einer Stunde, Rohr 1 und 4 nach 2 Stunden, Rohr 5 nach 3 Stunden und Rohr 2 nach 4 Stunden im Innern in Höhe des Wasserspiegels eine dunklere Färbung. In Rohr 3 hatte nach 400 Stunden der Wasserspiegel innen und außen die gleiche Höhe, während in den anderen Rohren das Wasser nach 400 Stunden erst 3—4 cm hoch stand.

Tabelle 4. **Prüfung von Drainrohren III auf Wasserdurchlässigkeit.**

Versuch Nr.	Gewicht der Proben vor dem Versuch g	Gewicht der Proben in g, nachdem sie 1 Stunden im Wasser gestanden hatten:														
		1	2	3	4	5	24	48	72	100	125	150	175	275	325	400
1	1722	1765	1792	1795	1796	1800	1819	1830	1847	1862	1880	1893	1896	1942	1980	2000
2	1687	1705	1717	1724	1729	1731	1742	1750	1756	1765	1774	1778	1785	1814	1840	1855
3	1761	1835	1847	1850	1855	1858	1902	1910	1928	2020	2079	2108	2116	2214	2250	2275
4	1711	1742	1765	1770	1770	1772	1790	1800	1818	1833	1845	1853	1870	1902	1950	1960
5	1690	1705	1712	1717	1719	1720	1735	1740	1742	1746	1751	1753	1760	1770	1775	1780

Da die Rohre im Brande ziemlich stark verzogen waren, wurde durch Drehen der zum Druckversuch bestimmten Rohre auf einer ebenen Eisenplatte diejenige Seite des Rohres aufgesucht, an welcher das Rohr möglichst mit seiner ganzen Länge anlag; die gegenüber liegende Seite wurde mit einer Cementleiste versehen und die noch vorhandenen Unebenheiten wurden durch Pappstreifen nach Möglichkeit ausgeglichen.

Die wassersatten Rohre zerbrachen unter 718 kg, die ausgefrorenen unter 751 kg Gesammtlast, im Mittel aus je 5 Versuchen. Risse und Zerstörung fielen in der Bruchlast zusammen und die Rohre zerbrachen ziemlich gleichmäßig in vier Stücke.

Die höhere Festigkeit dieser Rohre gegenüber den ersten beiden Sorten dürfte ausschließlich auf die größere Wandstärke (1,6 cm gegenüber 1,3 und 1,0 cm) zurückzuführen sein.

Um hierfür einen Vergleich zu gewinnen, ist nachstehend (Tab. 5) die Festigkeit als Funktion der Querschnittsfläche $\frac{\text{Bruchlast}}{\text{Querschnitt}} = \frac{P}{f}$ der Festigkeit als Funktion der Rohrmasse $\frac{\text{Bruchlast}}{\text{Rauminhalt}} = \frac{P}{J}$ gegenüber gestellt; unter a werden die wassersatten Rohre, unter b die ausgefrorenen Rohre verstanden. Für die geometrisch ähnlichen Körper der Drainrohre dürfte dieser Vergleich zulässig sein.

Tabelle 5. **Druckfestigkeiten von drei Drainrohrsorten**
a im wassersatten, b im ausgefrorenen Zustande.

Rohrsorte	$\frac{P}{f}$		$\frac{P}{J}$	
	a	b	a	b
I	31,7	31,0	1,1	1,0
II	36,5	34,8	1,3	1,2
III	19,3	20,2	0,6	0,6

Die Rohrsorte III stellt sich hiernach, was Festigkeit anbetrifft, als die ungünstigste dar. Die Festigkeit dieser Rohre entspricht nicht dem großen Materialaufwand. Da ihre Wasserdurchlässigkeit befriedigend ist, würden die Rohre sich aus demselben Rohstoff bei Verwendung geringerer Stärken und Längen billiger und besser herstellen lassen.

Tabelle 3. Prüfung von Drainrohre

Mittelw...

Bezeichnung der Rohre	Wasseraufnahme der Probe g	Wasseraufnahme berechnet auf 100 g Probengewicht	berechnet auf 100 ccm
I	157	16,5	[illegible]
II	22	3,0	[illegible]

Wasser gesetzt. Im wassersatten ... zogen, wobei die Unebenheiten ... keile ausgeglichen wurden (Fi...

Zu den Versuchen un... die im wassersatten Zustan... schnitt... Zi... die...

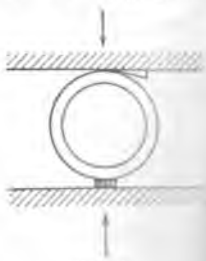


Fig. 3.

festigkeit gelieferten ... zurückzuführen ...

Auf ... gebrannt ...

...körpern auf dem Bauplatze.

...ung, Ingenieur M. Gary.

... Bauwerken gelegentlich Probestücke zu ent... ... oder zu kontroliren, hat Bauleitenden ... Körper aus dem Bauwerk herausstemmen zu ... Verfahren leidet an beträchtlichen Mängeln. ... des Betons die Gewinnung auch nur einiger... ... und daß bei sehr festem Beton das Heraus... ...ordert, kann in jedem Falle die Festigkeit der ... beeinflußt werden. Man kommt dann bei

Fig. 1.

du...

ge... ... zur besonderen Herstellung geeigneter Probekörper auf dem ... stehen, oder in denen man die Festigkeit der in eisernen oder ... Körper, die immer unter anderen Verhältnissen ... das Bauwerk selbst, mit der Festigkeit des Betons ... will, wird die Herausarbeitung geeigneter Körper aus ... Fundamenten immer nothwendig werden und vorbereitet werden

... solcher Körper aus dem Betonklotz zu erleichtern, habe ich mit ... eines Betonfundamentes Einlagen aus Holz- und Eisen-

Eine Grube wurde ausgehoben und in diese direkt ein großer Betonklotz in der Mischung Portland-Cement + 4 Kies eingestampft. Dabei wurden zur Abgrenzung von Würfeln mit 20 cm Seitenlänge gut geölte Drahtgewebe und geflochtene Holzgitter aus dünnen Stäbchen eingelegt, daß sie den Boden und die Seiten mehrerer Körper von Würfelform begrenzten. Um diese Einlagen herum und zwischen ihnen wurde wie üblich schichtenweise weiter gestampft, bis die Einlagen völlig vom Beton umgeben waren. Der ganze Betonklotz wurde dann mit Erde bedeckt. Nach sieben Tagen der Erhärtung wurde er durch Eintreiben eiserner Keile auseinander gesprengt (vergl. Fig. 1). Er spaltete sich leicht in der Richtung der Einlagen und es zeigte sich, daß sich diese nur wenig im Beton verzogen hatten. Namentlich die von

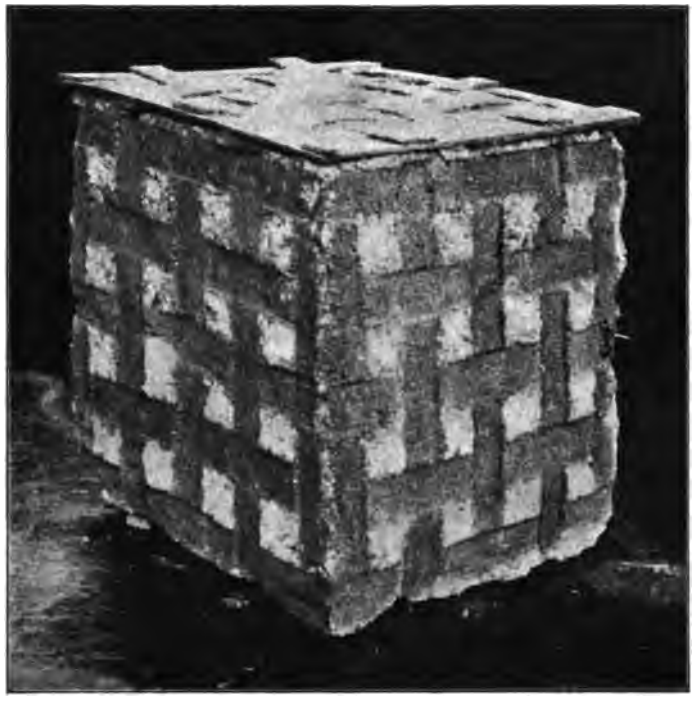


Fig. 2.

den Holzgittern begrenzten Körper lösten sich leicht aus der Betonmasse heraus (vergl. Fig. 2) und bedurften nur geringer Nacharbeit zur Umgestaltung für Druckversuche. Aus den übrig bleibenden Betonstücken wurden noch drei gleich große Würfel mit der Steinsäge herausgeschnitten.

Gleichzeitig mit dem Betonklotz sind in eisernen Formen drei Würfel von 20 cm Seitenlänge aus demselben Beton und nach Möglichkeit unter Aufwendung derselben Stampfarbeit hergestellt worden, die sieben Tage in feuchter Erde, genau wie der Betonklotz erhärteten. Nach dem Zurichten der losgesprengten Körper mit der Steinsäge und dem Herausſägen der Vergleichsproben sind alle Körper unter Wasser gesetzt und bei 23 Tagen Alter geprüft worden, nachdem die Druckflächen vorher mit Gyps geebnet waren.

Sie lieferten die folgenden Ergebnisse:

Körper von Drahtgeflecht begrenzt . .	36620 kg	Bruchlast =	91,5 kg/qcm	
„ „ Holzgeflecht „ . .	39030 „	„ =	97,6 „	
„ „ „ „ . .	33240 „	„ =	83,1 „	86,5 kg/qcm
aus dem Block geschnittene Körper	31790 „	„ =	79,5 „	
	30820 „	„ =	77,1 „	
	36130 „	„ =	90,3 „	
in eiserne Formen eingestampfte Körper	70910 „	„ =	177,3 „	173,6 kg/qcm
	67530 „	„ =	168,8 „	
	69940 „	„ =	174,8 „	

Nach einiger Zeit habe ich die Versuche unter Verwendung eines anderen Cementes und anderen Kieses in der Mischung 1 + 5 wiederholt.

Die Drahtgitter wurden diesmal aus etwa 5 mm dicken Drähten hergestellt. In dem großen Betonblock, der in einer Grube mit Holzverschalung so eingestampft wurde, wie es in der Praxis üblich ist, sind drei Würfel von 20 cm Seitenlänge durch Eisengitter, und drei Würfel durch Holzgitter abgegrenzt worden. Gleichzeitig wurden Würfel in eiserne Formen gestampft und nach der Entformung neben der Baugrube in das Erdreich eingebettet. Nach 25 Tagen wurden die Körper und der Block herausgenommen und letzterer gespalten. Dabei zeigte sich, daß sich die von den Eisengittern abgegrenzten Würfel schwer lösten, weil die Drähte außerordentlich fest im Beton hafteten, obgleich sie vorher stark eingeölt waren; auch hatten sich die Drahtgitter beim Stampfen etwas verzogen. Die von ebenfalls stark geölten Holzgittern umgrenzten Körper kamen dagegen leicht und vollkantig aus dem Block heraus.

Die Körper wurden nun unter Wasser gesetzt und aus den Resten des Blockes mit der Steinsäge noch drei Würfel herausgeschnitten. Alle Würfel wurden schließlich auf den Druckflächen mit Cement abgeglichen und bei 30 Tagen Alter in der Stampfrichtung zerdrückt.

Sie lieferten die folgenden Ergebnisse:

Körper von Drahtgeflecht begrenzt .	1. 49660 kg	Bruchlast =	112,6 kg/qcm	
	2. 43380 „	„ =	105,8 „	111 kg/qcm
	3. 48210 „	„ =	114,9 „	
Körper von Holzgeflecht begrenzt .	4. 48450 „	„ =	110,1 „	
	5. 45790 „	„ =	109,5 „	112 kg/qcm
	6. 49660 „	„ =	118,2 „	
Körper aus einem Block geschnitten .	7. 49180 „	„ =	123,0 „	
	8. 61730 „	„ =	154,3 „	142 kg/qcm
	9. 58840 „	„ =	147,1 „	
Körper in eisernen Formen gestampft .	10. 69700 „	„ =	174,3 „	
	11. 68980 „	„ =	172,5 „	
	12. 69460 „	„ =	173,7 „	173 kg/qcm
	13. 68010 „	„ =	170,0 „	

Aus beiden Reihen ist ersichtlich, daß sowohl die von Drahtgeflecht wie von Holzgeflecht begrenzten Würfel befriedigend übereinstimmende Ergebnisse geliefert haben. Während aber in der 1. Reihe die aus dem Block mit der 1 + 4 Mischung herausgeschnittenen Würfel in ihrer Festigkeit mit den durch das Netzwerk abgegrenzten und abgespaltenen übereinstimmen,

haben die aus dem Block mit der — übrigens festeren — 1 + 5 Mischung geschnittenen Würfel etwas höhere Festigkeiten gezeigt als die abgespaltenen. Auf welche Einflüsse dies zurückzuführen ist, ob etwa das starke (beim Holz nicht unbedingt erforderliche) Oelen der Geflechte daran Schuld trägt, bleibe zunächst dahingestellt. Das wichtigste Ergebniß der Versuche ist, daß die in besonderen Formen hergestellten Körper der 1 + 4 Mischung die doppelte Festigkeit erreicht haben als die aus dem Block gelösten und die in Formen gestampften Körper der 1 + 5 Mischung beträchtlich höhere Festigkeit, auch als die aus dem Block herausgesägten.

Daß die Festigkeit der in Formen gestampften Körper der 1 + 4 und der 1 + 5 Mischung dieselbe ist, während die Festigkeiten der abgespaltenen und ausgesägten Körper beider Mischungen erheblich von einander abweichen, beweist, daß Material und Mischungsverhältniß großen Einfluß auf das Verhalten des Betons bei der Herstellung und Erhärtung unter verschiedenen Verhältnissen ausüben.

Aus den mitgetheilten wenigen Versuchen soll man noch keine allgemeinen Schlüsse ziehen, sie sollen aber zu weiteren Versuchen anregen. Es wäre eine dankbare Aufgabe für den deutschen Beton-Verein, Versuche in größerem Umfange ausführen zu lassen, um die Beziehungen zwischen der Erhärtung des Betons im Bauwerk und in der Form zu ermitteln.

---

7. Die Vorschläge für die Prüfung natürlicher und künstlicher Bausteine in Frankreich.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Die vom Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Frankreich einberufene Commission des Méthodes d'Essay des Matériaux de Construction hat in einer zweiten Sitzung (die erste hatte sich mit den Prüfungsverfahren der Bindemittel beschäftigt) bestimmte Vorschläge über die Prüfung der Metalle und anderer Konstruktionsmaterialien vereinbart, die im vorigen Jahre in einem bei Vve. Ch. Dunod in Paris, Quai du Grand Augustin 49, erschienenen Werke veröffentlicht worden sind. Diese Vorschläge, welche dahin zielen, bestimmte Prüfungsverfahren zu vereinbaren, enthalten, soweit die Baumaterialien im engeren Sinne in Frage kommen, vielfach für uns neue Gesichtspunkte und Abweichungen gegenüber den in Deutschland üblichen Verfahren, sodaß es sich wohl verlohnt, sie kurz zu besprechen.

Nachstehend sind diejenigen Sätze, welche in freier Uebersetzung aus den Schlußfolgerungen der Franzosen entnommen sind, im Text eingezogen oder durch „Gänsefüßchen" gekennzeichnet.

I. Natürliche Bausteine, einschließlich Schiefer.

a. Probeentnahme.

Wie in Deutschland wird auch von der Kommission gefordert, daß mit den zur Prüfung eingereichten Steinen ein schriftlicher Prüfungsantrag vorzulegen ist, „in welchem die Handelsbezeichnung des Steines, der Steinbruch und die Bank, denen die Proben entnommen sind, enthalten sind". Neu ist dagegen die Forderung, „daß dem Antrage ein Schnitt des Steinbruchs beizufügen ist, welcher die Reihenfolge und die Stärke der Bänke und die Stelle angiebt, denen die Muster entnommen sind". Ferner sollen die verschiedenen Verwendungsarten des Steines angegeben werden.

[illegible] der [illegible] Fossilien gefordert [illegible]

[illegible] eingesprengten Mineralien, [illegible] Kreide, Glimmer, Magnetit [illegible] Schieferung erbig, gleichförmig oder [illegible] ob der Schiefer ein [illegible] ob nach einer zu der Spaltungs- [illegible] nach einer zur [illegible]

[illegible] Farbe der über dem augenscheinlichen [illegible] ohne auch die Farbe, den [illegible] in dem Protokoll über den [illegible]

[illegible] benutzt doch die in Charlotten- [illegible] unzulässige Angaben in der [illegible] Nachprüfung dieser An- [illegible] von sachverständigen Geologen. [illegible] Versuchsanstalt z. B. an- [illegible] erfordern, die ständig unter- [illegible] werden, so würde es noch [illegible] durchaus nicht zu verlassen, [illegible] dem Bruch entnehmen [illegible]

[illegible] der Kommission vor:

[illegible] mindestens 0,3 m Seitenlänge [illegible] sind. Wenn die Höhe einer [illegible] verschiedenen Höhen. Die [illegible]

[illegible]

[illegible] empfiehlt die Kommission [illegible]

[illegible] reich an Muscheln; sehr [illegible]

[illegible] ein gebildetes Korn oder [illegible] mittleres Korn [illegible] grobes Korn (3—5 mm); sehr [illegible]

[illegible] der Bruch

[illegible] deuten sich die Vorschläge der [illegible] in Deutschland üblichen Verfahren. Es wird hervorgehoben, [illegible] werden müssen, nicht bekannt werden dürfen [illegible] sowohl senkrecht zur [illegible] als auch parallel zum Lager prüfen zu können.

d. Wasseraufnahmevermögen.

Die Gesteine sollen im trockenen und im nassen Zustande und im letzteren Falle bei verschiedenen Graden der Durchtränkung geprüft werden. In dieser Beziehung lauten die entsprechenden Vorschriften wie folgt:

Die verschiedenen Auffaugungsgrade, unter denen die Steine untersucht werden sollen, sind gewöhnlich folgende:

a) Auffaugung nach 24stündigem Untertauchen, beginnend mit dem Augenblick, wo der Stein mit dem Wasser in Berührung kam;

b) Auffaugung bis zur natürlichen Sättigung, welche als eingetreten angesehen wird, wenn 2 in einem Zwischenraum von 24 Stunden vorgenommene Wägungen gleiche Ergebnisse liefern.

Diese beiden Grade der Auffaugung stimmen ziemlich genau überein; die Auffaugung nach 24stündigem Untertauchen entspricht dem Zustand der Steine nach längerem Aufenthalt auf dem Erdboden in einer Niederlage; die Auffaugung bis zur natürlichen Sättigung entspricht dem Zustande der Steine, die entweder in Wasser oder in Berührung damit, oder aber in feuchtem Erdboden verwendet werden.

Um die Steine schneller mit Wasser zu durchtränken, wird empfohlen, „die Probestücke unter die Glocke einer Luftpumpe zu setzen und im luftverdünnten Raum mit Wasser zu berieseln, bis die Steine vollständig mit Wasser bedeckt sind". Die Luftverdünnung, die nothwendig ist, um eine der natürlichen, durch verlängertes Eintauchen hervorgebrachten Sättigung entsprechende Durchtränkung zu erzielen, entspricht ziemlich genau einem Luftdruck von 260 mm Quecksilbersäule.

Gegen diesen Vorschlag sind erhebliche Bedenken geltend zu machen, umsomehr, als der verschiedene Grad der Wasserauffaugung auch bei später auszuführenden Frostversuchen berücksichtigt werden soll. (Vergl. S. 130.) Durch das 24stündige Untertauchen unter Wasser wird bei verschiedenen Gesteinen eine ganz verschiedenartige Durchtränkung hervorgerufen, die keineswegs mit dem Zustande der Steine nach längerer Berührung mit dem Erdboden übereinzustimmen braucht. Will man derartige Versuche machen, so muß man die Steine wirklich lange Zeit etwa auf feuchtem Sande lagern und ihnen Zeit lassen, nach und nach so viel Wasser kapillar aufzusaugen, als sie aufzusaugen vermögen. Ein derartig herbeigeführter Zustand der Wasserdurchtränkung wird auch annähernd der Bruchfeuchtigkeit des Gesteins entsprechen, durch Untertauchen im Wasser wird man aber diesen Zustand kaum herbeiführen können.

e. Dichtigkeit.

Das Raumgewicht der trockenen Würfel soll durch Messung und Wägung, das der wasserdurchtränkten mit Hilfe einer hydrostatischen Waage bestimmt werden. Die Porösität soll besonders in der auch für Mörtel üblichen Weise bestimmt werden.

f. Frostversuche.

Die Versuche auf Gefrieren erstrecken sich nach den Vorschlägen der Kommission auf:

a) Bestimmung des Widerstandes gegen Druck senkrecht zum Lager der nach 25maligem Gefrieren und Aufthauen getrockneten Steine und den Vergleich dieses Widerstandes mit demjenigen der auf Lager im trockenen Zustande und im Zustande der vollständigen Durchtränkung geprüften Steine,

b) Bestimmung des Gewichtsverlustes der 25mal gefrorenen Steine,
c) Untersuchung der gefrorenen Steine mittelst Lupe unter Ermittelung etwa entstandener Risse oder Sprünge.

Für diese Versuche sollen je 3 Probewürfel verwendet werden. Bei der Ausführung der Versuche sind folgende Einzelheiten zu berücksichtigen:

a) Die Körper sollen in destillirtes Wasser von 15—20 C° getaucht werden.
b) Die auszufrierenden Würfel sollen 4 Stunden in 15—20 C° Kälte kommen, und das Aufthauen soll durch vollständiges Untertauchen des Probestücks in 500 ccm destillirtem Wasser von 15—20 C° bewirkt werden.

Bis hierher decken sich die Vorschläge ziemlich mit den auch in Deutschland üblichen Prüfungsverfahren. Neu wird dagegen folgender Vorschlag eingeführt:

> Für die im Zustande der Durchtränkung nach 24stündiger Eintauchung zu prüfenden Stücke erfolgt das Aufthauen in feuchter Luft und nicht in Wasser. In der Zwischenzeit zwischen Gefrieren und Aufthauen sind die Versuchswürfel in einem verschlossenen Gefäß aufzubewahren, um zu großen Verlust des aufgesaugten Wassers zu verhüten; außerdem soll man die Körper, ehe sie von Neuem der Kältewirkung ausgesetzt werden, wieder „einige Augenblicke" in Wasser tauchen, damit sie während der ganzen Dauer des Versuches annähernd denselben Durchtränkungsgrad aufweisen, den sie bei Beginn des Versuches hatten.

Mit einem derartigen Verfahren wird man niemals übereinstimmende Ergebnisse erzielen können. Die Kälte wird auf Steine von verschiedener Porösität in verschiedenem Maße austrocknend einwirken und mit dem auf „einige Augenblicke" bemessenen Untertauchen unter Wasser wird es nicht gelingen, den im Gefrierschrank herbeigeführten Wasserverlust genau wieder zu ersetzen.

g. Druckfestigkeit.

Die Druckversuche sollen in der üblichen Weise ausgeführt werden; neu und nicht empfehlenswerth ist nur der Vorschlag, „die Druckflächen der Körper mit einem dünnen Kartenblatt zu belegen". Bezüglich der zweckmäßigen Form der Körper ist den Vorschlägen folgende Anmerkung zugefügt:

> Aus den in dem Laboratorium des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten angestellten vergleichenden Versuchen an Würfeln und Prismen geht hervor, daß für jeden nicht homogenen Stein die Würfel den größten Widerstand ergeben, während für einen sehr homogenen Stein der größte Widerstand mit Prismen von quadratischer Grundfläche, deren Höhe gleich der doppelten Grundflächenkante ist[1]), erzielt wird. Man hat auch festgestellt, daß die Würfel aus sehr homogenem Gestein einen ihrem horizontalen Querschnitt proportionalen Widerstand haben.

Besonderer Werth wird auf Parallelität der Druckflächen gelegt, für deren Feststellung ein von Klein unter Anleitung des Materialinspektors Durand-Claye erfundener mikrometrischer Apparat empfohlen wird, der auch zur Bestimmung der Zusammendrückbarkeit der Steine dienen kann. Ob geringe Abweichungen von der Parallelität bei Anwendung von

[1]) Das widerspricht den an anderen Orten gemachten Erfahrungen, z. B. den Versuchen von Bauschinger (vergl. Martens: Handbuch der Materialienkunde, S. 109—119. Berlin, Jul. Springer). A. M.

Kugellagern wirklich wesentlichen Einfluß auf die Festigkeitsergebnisse haben, müßte erst durch Versuche festgestellt werden.

h. Biegefestigkeit.

„Zur Ermittelung der Biegefestigkeit sollen die Körper auf zwei Schneiden aufgelegt und in ihrer Mitte belastet werden. Dafür sollen Prismen mit quadratischem Querschnitt von 2 cm Seitenlänge des Querschnitts und 12 cm Länge des Stabes benutzt werden, die bei 10 cm freier Länge zu prüfen sind."

Falls man Steine von prismatischer Form zwar, aber von anderen Abmessungen als die für den normalen Versuch angegebenen, auf Biegefestigkeit zu prüfen hat, kann man den durch den normalen Versuch erzielten ziemlich nahekommende Ergebnisse erhalten, wenn man die Bruchbelastung mit dem Abstand zwischen den Schneiden multiplicirt und das Ganze durch das Quadrat der Höhe des Prismas mal der um $^1/_4$ vermehrten Breite desselben dividirt.

$$\frac{Pl}{h^2\left(b+\frac{b}{4}\right)}.$$

i. Widerstand gegen Abnutzung.

Die Abnutzung des Gesteins soll unter Verwendung eines normalen Sandes bewirkt werden, der auf einer kreisrunden, horizontalen, sich mit bestimmter Geschwindigkeit drehenden Scheibe gleichmäßig vertheilt wird. Empfohlen wird der in Paris auf der Weltausstellung in dem Pavillon der Stadt Paris vorgeführte Apparat Bauart Dorry (vergl. Baumaterialienkunde 1896/97, Heft 14/15), welcher je zwei Körper von 6 · 4 cm Schleiffläche gleichzeitig zu fassen vermag, deren Mittelpunkt sich in einem Kreisumfang von 26 cm Radius befindet. Jeder Körper wird mit 25 kg/qcm belastet.

Der zu verwendende normale Sand wird erhalten, indem man quarzhaltigen Sandstein von Fontainebleau von mittlerer Härte zerstampft und siebt, wobei er durch das Sieb Nr. 50 (324 Maschen) durchgehen und von dem Sieb Nr. 200 (4900 Maschen) vollständig zurückgehalten werden muß. Für jedes Probestück und für 1000 Umdrehungen der Schleifscheibe soll ein Liter Sand verstreut werden.

Der Apparat soll in der Stunde 2000 Drehungen machen, die Muster sind 4000 Umdrehungen der Schleifscheibe auszusetzen. Man mißt die Abnahme der Höhe des Musters und bestimmt den eingetretenen Gewichtsverlust. Dieselben Feststellungen sind im Laufe des Versuches nach 1000, 2000 und 3000 Umdrehungen vorzunehmen.

Nach 2000 Umdrehungen kann man die Probe auf den Kopf stellen, um die auf der unteren und auf der oberen Fläche erzielten Ergebnisse vergleichen zu können.

Versuche auf Widerstand gegen Platzen des Steines und zur Feststellung der Stoß- und Bohrwiderstände werden zur Ausbildung bestimmter Verfahren empfohlen. In der Charlottenburger Versuchsanstalt haben die Stoßversuche schon eine bestimmte Ausbildung erfahren, während man von den Bohrversuchen als unzweckmäßig und zu stark abhängig von der Härte und Schärfe des bohrenden Werkzeuges wieder abgekommen ist.

Für die Prüfung des Schiefers schreibt die Kommission vor: „als Probestücke der laufenden Fabrikation entsprechende Platten von möglichst gleichmäßiger Dicke zu verwenden und mindestens sechs Schieferplatten aus denselben Lagen zu

benutzen. Diese Platten sollen mit der Säge, nicht aber mit dem Hammer zertheilt werden, damit Spaltungen vermieden werden. Die Spaltflächen der Platten sind in ihrem natürlichen Zustande zu belassen. Einige Probestücke sollen parallel der Längsseite, andere parallel der Querseite entnommen werden."

Auch für dieses Material werden Versuche im nassen Zustande unter verschiedenen Graden der Durchtränkung empfohlen. Ueber diesen Punkt sprechen sich die Beschlüsse wie folgt aus:

Um den Platten verschiedene Grade der Durchtränkung zu geben, genügt es, sie entsprechend lange in Wasser zu tauchen. Man erleichtert das Aufsaugen, indem man die Platten nach und nach in das Wasser eintaucht; bei Beginn des Versuches taucht man sie einige Centimeter weit ein, dann, wenn sie kapillar bis zu ihrem oberen Theil durchtränkt sind, taucht man sie in Wasser vollständig unter und läßt sie längere oder kürzere Zeit untergetaucht je nach dem gewünschten Grade der Aufsaugung.

Die Versuche zur Ermittelung der Biegefestigkeit sollen in derselben Weise ausgeführt werden wie mit natürlichen Steinen, aber an Plättchen von 0,5 cm Dicke und 21—22 cm Länge. Die Dicke soll bis auf $^1/_{10}$ mm genau gemessen werden. Zum Vergleich von Probestücken verschiedener Dicke soll man die Bruchlast durch das Quadrat der Dicke der Platten dividiren.

$$\frac{P}{d^2}.$$

Man kann annehmen, daß die den Bruch herbeiführende Belastung, sobald der Abstand zwischen den Stützpunkten und die Breite des Probestückes dieselben bleiben, dem Quadrat der Dicke proportional ist. Die Bestimmung der Elasticität geschieht mit Plättchen von denselben Abmessungen wie für den Biegeversuch, sie sind in der gleichen Art auszuwählen und zu belasten.

Die Durchbiegung wird mittelst einer Mikrometerschraube oder mittelst Hebelapparaten abgelesen, wobei aber alle durch das Eindringen der Schneiden in die Schieferplatten entstehenden Irrthümer zu vermeiden sind.

Es empfiehlt sich, zu prüfen, ob stets dieselbe Durchbiegung entsteht, wenn das Probestück wiederholte Male mit derselben Last beschwert und entlastet wird. An der Elasticitätsgrenze, d. h. also da, wo die Durchbiegung nach der Entlastung des Probestückes O bleibt, berechnet man den Elasticitätsmodulus E nach der Formel:

$$E = \frac{2\,Pl^3}{dba^2},$$

in welcher l den halben Abstand zwischen den Schneiden, b die Breite, a die Dicke des Probestückes und d die dem Gewicht P entsprechende Durchbiegung angiebt.

Der Ausschuß erklärte es für wünschenswerth Versuche anzustellen, um zu ermitteln, wieviel Wasser der Schiefer durch den Querschnitt oder durch seine Oberfläche einsaugt.

Es wäre interessant, die von einem Quadratmeter mittelst Klammern befestigten Dachschiefer aufgesaugte Wassermenge zu ermitteln, wenn derselbe, wie dies auch in der Praxis geschieht, auf einem Rahmen von derselben Neigung wie das Dach aufgelegt und einem regelmäßigen Regen von bestimmter Stärke und während einer gegebenen Zeit ausgesetzt wird.

Dieses Verfahren ist in Charlottenburg für Dachbedeckungen wiederholt ausgeführt worden.

Um diesen regelmäßigen Regen von bekannter Stärke zu erzielen, wird ein von Schlösing erfundener Apparat empfohlen, der von Aimé Girard bei seinen Untersuchungen über die Adhäsion verschiedener Kupferlösungen an den Pflanzenblättern zwecks Bekämpfung deren Krankheiten benutzt worden ist.

Ein ähnliches Verfahren wird auch für Dachziegel empfohlen.

Durch die Analyse der Schiefer bestimmt man das hygroskopische und das Verbindungswasser, Eisen und Thonerde, Kalk, Magnesia, Alkalien, Kohlensäure und Schwefel.

Neben der Analyse wird auch die Schweflig-Säure-Probe empfohlen.

II. Kunststeine.

Unter dieser Ueberschrift sind augenscheinlich Steine aus Bindemitteln aller Art, vorwiegend wohl von Cement mit Sand und Kies, gedacht. Für diese Steine sollen auch die für die Prüfung der natürlichen Gesteine in Verwendung kommenden Verfahren Gültigkeit haben.

Die dem zu verarbeitenden Beton oder Mörtel zu entnehmenden Muster sollen so viel als möglich von einem Zettel begleitet sein mit Angabe:

1. der Natur des verwendeten Cementes,
2. der Natur des Sandes und seiner Zusammensetzung nach Korngröße,
3. der Natur des Kieses,
4. des Mischungsverhältnisses der verschiedenen Materialien,
5. der Natur des zum Einrühren benutzten Wassers,
6. der Abmessungen der künstlichen Blöcke,
7. ihres Alters.

Diese Angaben sind zwar nützlich und werden auch, wie die französische Kommission ausführt, „bei wiederholten Versuchen dieser Art eine genaue Einsicht in das Verhalten der verschiedenen Produkte unter verschiedenen Umständen und in ihren Widerstand gegen verschiedene Zerstörungsmittel zu nehmen gestatten", aber in den seltensten Fällen wird es möglich sein, diese Angaben zu erhalten, da wohl zumeist die Prüfung derartiger Kunststeine nicht vom Verfertiger, sondern vom Käufer beantragt wird, und die dem Käufer gemachten Angaben über Zusammensetzung u. s. w. nicht immer den Thatsachen entsprechen dürften.

Unter dem Kapitel „Kunststeine" führt die französische Kommission noch aus, „daß zwecks Erreichung nutzbringender Werthe die Versuche, betreffend die Dichtigkeit von Betonröhren, mindestens einen Monat lang fortgesetzt werden müssen."

III. Keramische Erzeugnisse.

Die Versuche mit keramischen Erzeugnissen müssen stets mit Handelswaare vorgenommen werden.

Wünscht man den Werth eines Fabrikates so genau als möglich kennen zu lernen, so werden Versuche mit Proben von verschiedenen Brenngraden empfohlen. Gewöhnlich untersucht man die Proben schwächsten Brandes, die durch das Aussehen und besonders durch eine geringere Härte und wenig über das Mittel hinausgehende Abmessungen kenntlich sind.

Im Uebrigen soll das Probematerial möglichst genau beschrieben werden. Bei genügendem Vorrath an Proben wird empfohlen „einerseits die am schärfsten gebrannten oder kleinsten und

andererseits die am wenigsten gebrannten oder größten zu messen und die beobachteten Unterschiede zu vermerken, sobald sie 1 % übersteigen.

a. Struktur.

Das Aussehen der Bruchfläche soll beschrieben werden, ob es körnig mit mehr oder weniger ausgesprochenen Abbröckelungen oder glatt und mit muschelförmiger Oberfläche ist.

Die Größe des Korns ist unter Benutzung der für die natürlichen Bausteine angenommenen Eintheilung zu bestimmen, also anzugeben, ob das Korn fein, mittel oder grob ist, und ob die Körner gleichmäßig oder von verschiedenen Abmessungen sind.

Schließlich soll untersucht werden, „ob die Masse vollständig, mittel- oder wenig homogen ist, ob sich Abblätterungen zeigen oder mehr oder weniger zahlreiche Spaltungen."

b. Specifisches Gewicht.

Bezüglich der Bestimmung des specifischen Gewichts schließen sich die Vorschläge an die auch in Deutschland üblichen Verfahren an. Die scheinbare Undichtigkeit soll an Proben ermittelt werden, die bei 30—40 C° getrocknet worden sind.

Wenn die Muster eine regelmäßige, geometrische Form haben, welche die Bestimmung des Rauminhaltes durch Messung gestatten, bedient man sich eines einfachen Schiebermaßstabes, der bis auf $^1/_{10}$ mm genau zeigt; das Gewicht wird bestimmt mittelst einer bis auf $^1/_2$ cg genauen Waage.

Sind die Muster von unregelmäßiger Form oder haben sie einspringende Winkel, so bestimmt man den Rauminhalt und demzufolge die scheinbare Undichtigkeit mittelst des Gewichtsunterschiedes der Probe in der Luft und im Wasser. Es empfiehlt sich, vorher die Oberfläche mit einem den Eintritt des Wassers völlig verhindernden Lack zu überziehen. Eine dünne, mittelst eines Pinsels aufgetragene und mittelst des Fingers ausgebreitete Schicht geschmolzenen Talges erfüllt sehr wohl diesen Zweck.

Das letztere Verfahren hat sich in der Versuchsanstalt als unzweckmäßig und mit Fehlern behaftet herausgestellt. Man kommt zuverlässig und schnell zum Ziel, wenn man das Raumgewicht an kleinen, unter der Luftpumpe mit Wasser gesättigten Stücken feststellt, wobei es allerdings nothwendig ist, daß von jedem Ziegel mehrere Stücke geprüft werden. In ähnlicher Weise werden die Versuche auf Raumgewicht auch in der schweizerischen Prüfungsanstalt in Zürich ausgeführt[1]).

c. Wasseraufnahme (scheinbare Undichtigkeit).

Die Vorschrift, daß „die Bestimmung des Gewichts des aufgesogenen Wassers an mindestens drei vorher getrockneten Proben gleicher Art festgestellt" werden soll, ist unzureichend; bei dem großen Unterschied, welchen Ziegelsteine aufzuweisen pflegen, wird man aus drei Proben keine zuverlässigen Mittel ziehen können.

Es empfiehlt sich, so viel als möglich mit ganzen Stücken und nicht mit Bruchstücken zu arbeiten. Nach dem Trocknen werden die Stücke bis zur Hälfte

[1]) Vergl. v. Tetmajer: Methoden und Resultate der Prüfung natürlicher und künstlicher Bausteine. 1884. S. XIV.

ihrer Dicke während 12 Stunden in Wasser getaucht, dann während 12 Stunden, 36 Stunden, 7 Tagen oder 28 Tagen vollständig in Wasser eingetaucht.

Sobald die Zeit des Untertauchens 48 Stunden überschreitet, kann man, wenn die Versuchsdauer abgekürzt werden soll, sich des Durchtränkungsverfahrens mittelst der Luftpumpe bedienen.

Gegen letztere Bestimmung sind wieder Einwendungen zu erheben, da die Wassersättigung unter der Luftpumpe keineswegs der gleich kommt, welche die Ziegel beim einfachen Lagern im Wasser annehmen, vielmehr unter Umständen beträchtlich größer ist.

Enthalten die Muster eine bemerkbare Menge Kalk, Magnesia oder lösliche Salze, so empfiehlt es sich, den Versuch mit denselben Mustern ein- oder zweimal zu wiederholen.

Die Menge des aufgenommenen Wassers soll in Procent des Gewichts und des Rauminhalts angegeben werden.

Die Vorschläge für die Wasseraufnahmebestimmung von 1 qm Dachfläche aus gebrannten Ziegeln sind schon weiter vorn erörtert worden.

d. Durchlässigkeit.

„Die Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit der Ziegel soll sich auf mindestens 3 ganze Steine erstrecken, die vorher während 48 Stunden in Wasser untergetaucht worden sind. Man befestigt mittelst reinen Cements gegen die Mitte der Oberfläche eines jeden horizontal gelegten Ziegels ein Glasrohr von 0,035 m lichter Weite und 0,11 m Höhe. Das an seinem oberen Ende mittelst eines Kautschukstöpsels verschlossene Rohr wird mit einem Wasserbehälter, der einen Wasserdruck von 0,10 m ausübt, in Verbindung gebracht."

Mittelst eines unter der Unterfläche des Ziegels angebrachten Gefäßes sammelt man das den Ziegel evtl. durchdringende Wasser.

Die Durchlässigkeit wird durch den Rauminhalt des während einer Stunde nach einer Versuchsdauer von 24 Stunden, 7 Tagen oder 28 Tagen durchgegangenen Wassers bestimmt.

Dieses Verfahren leidet an dem Uebelstand, daß man in dem unter dem Zigel angebrachten Behälter nicht die gesammte, den Ziegel durchdringende Wassermenge sammeln kann, da ein großer Theil des Wassers verdunstet. Es erscheint daher zweckmäßiger, das in Charlottenburg übliche Verfahren anzuwenden, die vom Ziegel aufgesaugte Menge zu notiren und dabei zu beobachten, zu welchem Zeitpunkt an der Unterfläche Tropfenbildung eintritt.

e. Frostversuche.

Die Frostversuche sollen mit ganzen Stücken vorgenommen werden.

Ausnahmsweise sind auch Versuche mit Bruchstücken zulässig. In diesem Falle sollen die Schnitt- oder Bruchflächen der Probestücke mit Lack oder einer dünnen Talgschicht überzogen werden, damit während des Eintauchens nur die gewöhnlich sichtbaren Flächen der Probestücke dem eindringenden Wasser entgegengestellt werden.

Im Uebrigen sollen die Gefrierversuche genau wie die mit Bruchsteinen und wie sie auch in Charlottenburg üblich sind, ausgeführt werden.

f. Druckfestigkeit.

Die Druckfestigkeit wünscht die französische Kommission, wie dies auch in Deutschland geschieht, „an würfelähnlichen Stücken festzustellen, welche durch Aufeinandermauern von je 2 Ziegelhälften entstehen. Zum Zusammenmauern und zum Abgleichen der Druckflächen soll reiner Portland-Cement verwendet werden". Auch für diese Versuche wird empfohlen, die Probestücke zwischen Druckplatten zu legen, die mit einem dünnen Kartonblatt überzogen sind.

g. Biegefestigkeit.

Die Backsteine sollen auf Schneiden mit 20 cm Abstand gelegt und in ihrer Mitte bis zum Bruch belastet werden. Stücke von größerer Länge als die gewöhnlichen Backsteine können mit einem Abstand zwischen den stützenden Schneiden, welcher dem diesen Stücken gewöhnlich in der Praxis gegebenen Stützabstand gleichkommt, geprüft werden.

Aehnlich lautet auch die Vorschrift, betreffend Dachziegel: „wenn diese kein geradliniges Profil haben, sollen sie mit 1 cm breiten, horizontalen Querbänkchen zur Aufnahme der Stütze und zur gleichmäßigen Vertheilung der Kraftäußerung auf die ganze Breite versehen werden.

Eines dieser Bänkchen ist an dem Ort anzubringen, wo beim Eindecken des Daches der Ziegel auf der Dachlatte aufliegt und das andere an der Stelle, wo er auf dem unteren Ziegel aufliegt.

Ein derartiges Verfahren ist als Konstruktionsprüfung zu bezeichnen, aber nicht als Materialprüfung, die den Vergleich verschiedener Materialien unter einander gestattet.

h. Abnutzung.

Die Bestimmung des Widerstandes gegen Abnutzung durch Reibung geschieht unter denselben Umständen wie für die natürlichen Bausteine, sowohl was die Abmessungen der Probestücke als auch den Versuch selbst anbetrifft.

i. Schädliche Bestandtheile.

Zwecks Untersuchung, ob in dem gebrannten Thon sich Kalk oder kaustische Magnesia befindet, taucht man 5 Muster während dreier Stunden in kochendes Wasser und beobachtet, ob sich unter diesen Umständen keine Abblätterung bildet.

Die Bestimmung der löslichen Salze soll genau so ausgeführt werden, wie es in Deutschland üblich ist.

IV. Röhren.

Bei der Prüfung der Röhren ist zuerst die Prüfung auf Widerstand gegen inneren Druck vorgesehen. Dabei wird angegeben, daß der Druck mittelst einer Druckpumpe oder eines hydraulischen Widders aufgebracht werden soll. Ob damit eine stoßweise Belastung des Rohres bezweckt wird, ist aus den Angaben nicht ersichtlich.

Der Versuch kann mit einem einzelnen Rohr oder mit mehreren zu einem Strang vereinigten Röhren ausgeführt werden.

Die Einrichtung der Rohre müssen so angeordnet sein, daß kein Wasser entweichen kann und daß der Versuch einen frühzeitigen Bruch der dem Versuch unterworfenen Stücke verhindert.

Der Ausschuß spricht die Hoffnung aus, daß im Laufe der Versuche eine bequeme Vorrichtung zwecks Schließung der Röhrenenden gefunden werden möge.

Die in der Versuchsanstalt benutzte Vorrichtung dürfte den von der französischen Kommission gehegten Erwartungen entsprechen. Diese Verschlüsse vermeiden jeglichen Druck in der Achsrichtung der Röhren und gestatten die Vertheilung des Wasserdrucks völlig gleichmäßig auf den gesammten beanspruchten inneren Röhrenmantel.

V. Straßenbaumaterialien.

Für die Straßenbaumaterialien hat die französische Kommission besondere Vorschriften für nöthig gehalten.

Im Allgemeinen sind, was Chausseen und die zu deren Bau nothwendigen Materialien anbelangt, nur Versuche an den Materialien für sich allein ausführbar. Die Anwendung der mit den Materialien erzielten Ergebnisse auf die Chaussee selbst kann nur mit außerordentlicher Zurückhaltung und sehr viel Umsicht geschehen, wobei die vorliegenden äußeren Einflüsse auf die Erhaltung der Chausseen, die bis jetzt noch nicht meßbar sind, berücksichtigt werden müssen (meteorologische Verhältnisse, Verkehr, Natur des Bodens u. s. w.).

Im Allgemeinen können die Versuchsergebnisse nur dann auf die Praxis Anwendung finden, wenn die Materialien homogen sind.

Die Prüfung der Steine soll nach 3 Richtungen hin erfolgen und zwar:

„1. auf Zusammensetzung nach Korngröße,
2. auf mineralische Zusammensetzung und
3. auf physikalische und mechanische Eigenschaften der Steine".

a. Entnahme der Muster.

Das Muster muß einerseits die Materialien enthalten, so wie sie zum Gebrauch bestimmt sind, andererseits möglichst große Stücke von Material aus den Steinbrüchen und in einer Anzahl, die so viel als möglich dem verschiedenen Vorkommen entspricht.

Eine beigefügte Notiz soll über den Steinbruch selbst von verschiedenen Gesichtspunkten aus (geologische Beschaffenheit, Betriebsweise u. s. w.) Aufschluß geben.

b. Korngröße.

Man bestimmt die Größe der Materialstücke mittelst Durchtreibens durch unter 45° geneigte Gittersiebe, deren offene Zwischenräume von Centimeter zu Centimeter steigen.

Zu diesem Zweck braucht man 50 kg Material. Man nennt „Kieselsteine" diejenigen Materialien, welche durch das Gittersieb von 1 cm und weniger nicht hindurchgehen.

Die Bestimmung für die Zusammensetzung von Materialien, welche durch ein Gittersieb von 1 cm hindurchgehen, geschieht mittelst horizontaler Siebe aus durchlochtem Blech, entsprechend den Vorschriften für die Versuche mit Sand.

Man nennt „Kies" diejenigen Materialien, welche durch ein Gittersieb von 1 cm, nicht aber durch das gelochte Blech von 5 mm Durchmesser der Löcher hin-

durchgehen, und „erdige und sandige Massen" alles, was durch dieses letzte Sieb hindurchgeht.

Die hier gegebene Begriffserklärung von Kies ist nicht erschöpfend, weil sie den Antheil an Sand im Kies unberücksichtigt läßt. Körner, die noch durch das Loch mit 5 mm Durchmesser fallen, aber vielleicht auf dem Loch mit 4 mm Durchmesser liegen bleiben, würde man immer noch als feinen Kies ansehen müssen, keineswegs aber mit „erdige Masse" bezeichnen dürfen.

Die Steine selbst sollen untersucht werden auf Dichtigkeit, Härte, Druckfestigkeit, Porösität und Widerstand gegen Gefrieren sowie gegen Abnutzung.

c. Abnutzung.

Die Prüfung auf Abnutzung durch Reibung und durch Schlagen der Materialstücke aneinander wird empfohlen. Vorangeschickt wird, „daß sich die nachstehend beschriebenen Versuche zwar für gebrochene, homogene Materialien eignen (Schotter), nicht aber für Rundkiesel, für welche die Abnutzung fast = 0 ist. Der Stoffverlust oberflächlich zerreiblicher Materialien ist dagegen sehr beträchtlich und entspricht nicht der Praxis. Für Hartsteinschotter, wie er zu Chausseepackungen benutzt wird, würde also das Verfahren empfehlenswerth sein."

Der Prüfungsapparat besteht aus 8 cylindrischen Büchsen von 0,2 m Durchmesser und 0,34 m Länge, welche je zu vieren auf 2 viereckigen, parallelen und 0,405 m von einander entfernten eisernen Wellen gekuppelt sind. Diese beiden Wellen sind durch ein Räderwerk mit einander verbunden und drehen sich mit gleicher Geschwindigkeit. Jede Welle ist an der einen Seite jedes Cylinders, dessen Achse eine Neigung von ungefähr 30 Grad gegen die Horizontale hat, gekröpft. Auf jeder Welle sind 2 Paar Cylinder symmetrisch angeordnet. Es können also in dem Apparat 7 Materialien gleichzeitig mit einem achten (Muster-)Material verglichen werden.

5 kg des zu untersuchenden Steinmaterials, das durch Waschen von anhaftendem Staub befreit worden ist, werden in einen der Cylinder gebracht und dieser wird durch einen dicht schließenden Deckel mit Kautschukdichtung verschlossen. Der Cylinder macht 2000 Drehungen in der Stunde.

Ein an einer der Wellen befestigter Tourenzähler gestattet, die Regelmäßigkeit des Ganges der Maschine zu kontroliren.

Nach Verlauf von 5 Stunden, d. h. von 10000 Umdrehungen, hält man den Apparat an, öffnet den Cylinder und gießt den Inhalt in Behälter.

Man wäscht dann sorgfältig den Cylinder sowie den Deckel und fängt das erzielte Waschwasser in den Behältern auf. Jeder Stein wird dann gewaschen, unter Wasser gebürstet und so vom Staube befreit, welcher in dem Waschwasser als Schlamm zurückbleibt. Dieser Schlamm wird auf zwei übereinander gestellte Durchschläge geworfen, deren Löcher 0,01 resp. 0,0016 m Durchmesser haben.

Man trennt sie mithin in drei Korngrößen und zwar:

1. in Körner, welche durch den Ring von 0,01 m Oeffnung nicht durchgehen,
2. in Körner, welche diesen Ring passiren, aber stärker sind als 0,0016 m,
3. in den eigentlichen Schlamm und die Körner von weniger als 0,0016 m.

Der erste Posten wird verworfen und mit den Steinen des Musters vereinigt.

Der zweite wird zur Berichterstattung aufbewahrt.

Der dritte Posten wird getrocknet und gewogen; sein auf 5 kg bezogenes Gewicht ergiebt den gesuchten Abnutzungskoefficienten.

Die Kommission spricht den Wunsch aus, daß diese Versuche noch mit einer in den Cylinder eingeführten, gußeisernen Kugel wiederholt und die so erzielten Ergebnisse mit denen des gewöhnlichen Verfahrens verglichen werden.

In ähnlicher Form und in ähnlichem Umfange sollen Pflastersteine und Fliesen geprüft werden. „Die Zahl der zu prüfenden Muster soll um so größer sein, je weniger die Materialien je nach ihrer Herkunft homogen sind."

Die Kommission befürwortet Versuche zur Auffindung eines Apparates, welcher die mehr oder minder große Gefahr der Materialien für das Ausgleiten der Pferde zu messen bestimmt ist.

Für natürliche Pflastersteine werden noch folgende Versuchsregeln empfohlen:

Vor der Verwendung eines Materials wird die Einzelprüfung der auf einer ebenen Fläche ausgebreiteten Materialien empfohlen. Die Art des durch den Schlag eines Hammers hervorgebrachten Tones scheint über die Homogenität desselben Pflastersteines wichtige Aufschlüsse zu geben und die Anwesenheit von Adern oder Fehlern anzeigen zu können. Ebenso scheint das Begießen der Pflastersteine und die Feststellung der Geschwindigkeit des Auftrocknens die Beurtheilung der Homogenität der Lieferung zuzulassen.

Für künstliche Materialien soll die Fabrikation hinsichtlich ihrer Gleichmäßigkeit besonders beachtet werden. „Sie ist mit allen darauf bezüglichen Einzelheiten anzugeben." Diese Vorschrift dürfte bei allen Fabrikanten lebhaften Widerspruch finden. Freilich wird nur, wenn man die Zusammensetzung der künstlichen Steine genau kennt, die folgende Forderung zu erfüllen sein:

Die Rohmaterialien, welche bei der Fabrikation des Kunstproduktes Verwendung finden, sind nach den für jedes derselben aufgestellten Regeln zu prüfen.

Mit den fertigen Fabrikaten sind, wie oben angegeben, Versuche vorzunehmen.

VI. Asphalt.

Asphalt soll geprüft werden:

1. auf Homogenität,
2. auf Gehalt an Bitumen,
3. auf chemische Zusammensetzung des von Bitumen befreiten Gesteins.

1. Die einfache Inaugenscheinnahme des Gesteins läßt durch die verschiedenartige Färbung erkennen, ob das Bitumen in dem Gestein gleichmäßig vertheilt ist. Wenn das Muster in Pulverform eingereicht worden ist, empfiehlt sich die Anwendung der Lupe, um die Homogenität festzustellen.
2. Nachdem man an verschiedenen Stellen des zu untersuchenden Gesteins entnommene Proben gepulvert und gut gemischt hat, sodaß ein recht homogenes Pulver erzeugt worden ist, läßt man es mit den nöthigen Vorsichtsmaßregeln trocknen und nimmt davon ein Gramm. Man bestimmt die Menge des in diesem Gramm enthaltenen Bitumens, indem man es mittelst entsprechender und wiederholter Waschungen mit reinem Schwefel-Kohlenstoff, der frei von Schwefel ist und beim Verdunsten keinen Rückstand läßt, auflöst.

Zwecks Prüfung bestimmt man das Gewicht des nach dem Waschen übrig gebliebenen Pulvers.

Die chemische Analyse findet wie gewöhnlich statt; man beschränkt sich namentlich darauf, den Gehalt an Sand, Thon und Eisenkies zu bestimmen.

Die Kommission regt Versuche an bezüglich der Bestimmung der Feinheit des Pulvers und ihres Einflusses auf die Güte des Asphalts.

Die für die chemische Untersuchung von Bitumen anempfohlenen Versuche sind:

1. Gewichtsverlust bei 100 C°,
2. Gehalt an Thon,
3. Anwesenheit von Schwefel,
4. Anwesenheit von Pech.

Die Kommission hält es für wünschenswerth, daß die vorerwähnten und alle anderen als nützlich erkannten Versuche in verschiedenen Laboratorien und auf verschiedene Weise ausgeführt werden, und daß die durch die verschiedenen Verfahren erhaltenen Ergebnisse verglichen werden, damit die empfehlenswerthen Verfahren festgestellt und einheitlich gestaltet werden können.

Sehr erwünscht wäre es, wenn die französische Kommission dabei auch die Erfahrungen des Auslandes berücksichtigen würde, dann ließen sich leichter internationale Vereinbarungen treffen.

---

8. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1900.

A. Mechanisch-technische Versuchsanstalt.

Personalbestand.

Während des Rechnungsjahres 1900 waren an der Versuchsanstalt thätig: 1 Direktor, 4 Abtheilungsvorsteher, 4 ständige Mitarbeiter, 18 Assistenten, 22 technische Hilfsarbeiter, 1 expedirender Sekretär und Kalkulator, 2 Kanzlisten, 5 Kanzleihilfsarbeiter, 1 Anstaltsmechaniker, 1 Büreaudiener, 22 Gehilfen, Handwerker und Arbeiter, 5 Laboratorienburschen, 5 Gehilfen und Arbeiter der Werkstatt der technischen Hochschule, zusammen 91 Personen.

Vermehrung der Hilfsmittel.

Für den Betrieb der Abtheilungen wurden beschafft: 1 Apparat zur Prüfung der Druckfortpflanzung in engen Rohrleitungen, 6 Stück gußeiserne Druckstücke für die 500 t-Maschine, 2 Druckplatten von 860 mm Kantenlänge, 1 elektrische Glüheinrichtung, eine Anzahl Platingefäße, 1 Platin-Rhodiumelement und ein Vorrath von Porzellanröhren zum Le Chatelier Pyrometer, 20 Zugformen mit Unterlagsplatten und Aufsatzkästen, 1 Schopperscher Patent-Trocken-Prüfer zum Trocknen von Zellstoff, Holzschliff u. s. w. Erweiterung der Ausrüstung für Mikroskopie und Mikrophotographie, 1 Winklersche Gasuhr, 1 Papierstoffpresse, 1 Trockenschrank, 1 Autoclav zu 10 Atmosphären, 1 Stahlcylinder für Sauerstoff, 1 Manometer und 1 Druckreducirventil hierzu, 1 Laboratoriumsfilterpresse, Wasserstrahlgebläse und verschiedene Gegenstände zur Ergänzung und Erweiterung der Laboratoriumseinrichtung.

Arbeiten der Anstalt.

a) In der Abtheilung für Metallprüfung.

Die Inanspruchnahme der Abtheilung für Metallprüfung durch Prüfungsaufträge erfuhr auch im abgelaufenen Jahre wieder eine Steigerung gegen das Vorjahr.

Ausgeführt wurden insgesammt 357 Anträge (gegen 353 im Vorjahre), von denen 102 auf Behörden und 255 auf Private entfallen. Diese Anträge umfassen etwa 6000 Versuche und zwar unter Anderem:

2991 Zugversuche (504 mit Stahl und Eisen, 8 mit Kupfer, 337 mit Legirungen, 5 mit Bronze bei höheren Wärmegraden, 53 mit Gußeisen, 1483 mit Blechen, 32 mit Drahtseilen, 108 mit Drähten, 64 mit Riemen, 119 mit Faserseilen, 60 mit Garnen, 73 mit Ketten, 40 mit Linoleum, 41 mit Aluminium, 17 mit Brückentheilen, 12 mit Filz, 13 mit Stahlrohren, 7 mit Beton, 15 mit verschiedenen Materialien),

980 Druck- und Knickversuche (131 mit Legirungen, 592 mit Betonwürfel, 4 mit Stahlrohren, 64 mit Z-Stäben, 32 mit genietheten Streben, 11 mit Gußeisen, 8 mit guß. Säulen, 6 mit Kanalböcken, 14 mit Cement-, Thon und Steinzeugröhren, 8 mit Betonplatten, 12 mit Porzellan, 9 mit Elektrodenplatten, 7 mit Betongelenksteinen, 3 mit Topfschrauben, 3 mit Deckenbalken, 64 mit Holz, 5 mit Filz, 5 mit sogenannten Luxfer Prismen, 2 mit Kollektorringen),

41 Biegeversuche (11 mit Gußeisen, 9 mit Legirungen, 12 mit Holz, 3 mit Eisen, 4 mit Stahlrohren, 2 mit Federn),

177 Stauch- und Schlagbiegeversuche (21 mit Stahl und Eisen, 149 mit Legirungen, 2 mit Achsen, 2 mit Feldbahnrädern, 3 mit Porzellan),

65 Verdrehungsversuche (9 mit Wellen, 3 mit Stäben aus Wellen, 53 mit Drähten),

144 Scheerversuche mit Legirungen,

57 Versuche auf inneren Druck (13 mit kleinen Metallröhren, 2 mit Gasflaschen, 24 mit Thon- und Steinzeugröhren, 6 mit eisernen Formstücken, 9 mit Gummischläuchen, 2 mit Faßkörpern, 1 mit einer kalorimetrischen Bombe),

1225 technologische Proben (1090 Biegeproben, 6 Schmiedeproben, 2 Lochproben, 127 Biegeproben mit Drähten),

6 Maschinen- und Apparateprüfungen,

3 Treppenprüfungen,

5 Steinschotterprüfungen,

12 Versuche mit Riemenscheiben auf Verhalten gegen tangentiale Belastung, Gleitversuche mit Riemen,

10 mikroskopische Untersuchungen,

Versuche mit Pappe und Filz auf Wasserdurchlässigkeit,

Versuche mit emaillirtem Kochgeschirr auf Verhalten beim Erhitzen und plötzlichen Abkühlen.

Ferner wurden 5 Gutachten abgegeben.

Von den erledigten 357 Anträgen gingen nach folgender Tabelle 346 aus Deutschland und 11 aus dem Auslande ein.

Aus	Beh.	Priv.	Sa.	Aus	Beh.	Priv.	Sa.
Inland:				Ausland:			
Preußen ohne Berlin . . .	12	98	110	Belgien	—	1	1
Berlin	37	115	152	Dänemark	1	2	3
Sachsen	48	6	54	Niederlande	—	1	1
Baden	1	2	3	Norwegen	1	—	1
Bayern	—	3	3	Schweden	—	2	2
Hamburg, Bremen, Lübeck .	—	14	14	Schweiz	2	1	3
Reichslande	—	2	2	Ausland	4	7	11
Andere deutsche Staaten . .	—	8	8	Inland	98	248	346
	98	248	346	Sa.	102	255	357

Zu den auf Antrag ausgeführten Versuchen ist Folgendes zu erwähnen:

Die Versuche auf inneren Druck umfaßten die Prüfung von Gasbomben für Aerzte, Kalorimeter, Stahlflaschen, Faßkörper, Stahlrohren, Thon- und Steinzeugröhren und Schläuchen. Die Bomben wurden bis auf den vom Antragsteller gewünschten Druck geprüft und dann gestempelt. Die Prüfung der Gasflaschen erfolgte nach den seinerzeit von der Versuchsanstalt aufgestellten Abnahme-Bedingungen (s. Mittheilungen 1896 S. 2) umfassend die Prüfung der Flaschen auf inneren Druck bis zur Streckgrenze und hierauf folgende Untersuchung des Materials durch Zugversuche, Biege- und Schmiedeproben. Die Gummischläuche mit Gewebe-Einlagen brachen bei 13—20 mm lichter Weite und 3—5 mm Wandstärke bei 39—63 Atmosphären Wasserdruck.

Zugversuche mit Aluminiumdrähten und Aluminiumseilen ergaben für die Drähte von 1,5—10 mm Durchmesser 8—16 kg/qmm Streckgrenze, 15—24 kg/qmm Bruchlast, 4—15 % Dehnung und für die Seile 6200—7200 m Reißlänge bei 18—21 kg/qmm Zugspannung, bezogen auf den Gesammtquerschnitt der Seildrähte.

Bei Drehversuchen mit Wellen aus Martinstahl von etwa 60 mm Durchmesser wurde der Schubelasticitätsmodul zu 8100—8400 und die Spannung an der Streckgrenze zu 17—24 kg/qmm ermittelt. Aus einer Welle, die nicht über die Proportionalitätsgrenze belastet war, wurden an verschiedenen Stellen des Querschnitts 3 kleine Stäbe von 10 mm Durchmesser entnommen. Sie ergaben den gleichen Schubelasticitätsmodul wie die ganze Welle. Die Spannung an der Streckgrenze nahm aber von außen nach dem Kern hin ab (20,5—19,8—18,0 kg/qmm).

Die Untersuchungen der Reibungswiderstände von Lagermetallen bei verschiedenen Geschwindigkeiten, wechselnden Drucken und Schmierung mit Rübölen, welche die Anstalt bereits im Vorjahre mehrfach beschäftigten, wurden fortgesetzt. Da nur eine Reibungsmaschine zur Verfügung steht und die einzelnen Versuche längere Zeit beanspruchen, so konnten die Wünsche der Antragsteller leider nicht voll befriedigt werden. Um diesem Mißstande abzuhelfen, ist für den Neubau die Beschaffung mehrerer Reibungsmaschinen in Aussicht genommen.

Die Versuche über den Gleitwiderstand von Treibriemen erstreckten sich unter Anderem auf vergleichende Untersuchungen an gußeisernen Scheiben mit glatt abgedrehtem Kranz und an Scheiben mit belegtem Kranz. Der Gleitwiderstand war bei letzteren um etwa 40 % größer.

Vergleichende Versuche mit Material für Holländermesser ergaben, daß Messing und Bronze gegen den Angriff von schwefelsaurer Thonerde wesentlich widerstandsfähiger waren als Stahl.

Die Versuche mit Porzellanwalzen zur Ermittelung des Widerstandes der Walzenoberfläche gegen örtlichen Druck und Stoß wurden auf Druckversuche ausgedehnt, bei denen bestimmte Belastungen durch eine gehärtete Stahlkugel von 12,7 mm Durchmesser ausgeübt und die Eigenschaften des Materials nach den Zerstörungserscheinungen an den Druckstellen beurtheilt wurden (s. Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleißes 1901, S. 37).

Die Prüfung von 5 Schotterarten als Eisenbahn-Bettungsmaterial wurden wieder nach dem im Jahre 1896 ausgebildeten Verfahren (s. „Mittheilungen" 1897, S. 279) durchgeführt. Diese Untersuchungen, die sich alljährlich wiederholt haben, sind stets von derselben Eisenbahndirektion veranlaßt. Wenn auch die Betriebsergebnisse mit dem Material noch nicht bekannt wurden, so läßt sich doch aus der Wiederholung der Anträge schließen, daß die Untersuchungen werthvollen Aufschluß brachten.

Versuche mit der sogenannten „Gußeisen-Löth-Pasta Ferrofix" ergaben an 10 gußeisernen Stäben gleichen Materials, von denen 5 beliebig herausgegriffen und mit „Ferrofix" gelöthet waren, für die gelötheten Stäbe fast die gleiche Zugfestigkeit (16,9 kg/qmm) wie für die ungelötheten (17,2 kg/qmm). Hierbei folgte der Bruch nur bei einem der gelötheten Stäbe zum Theil in der Löthnaht; bei allen anderen lag er außerhalb der Löthstelle. Ebenso brachen auch 5 Biegeproben, Winkel mit angelöthetem Schenkel und in der Mitte gelöthete Quadratstäbe, nicht an den Löthstellen, obgleich diese bei der Belastung im gefährlichen Querschnitt lagen.

Umfangreiche Untersuchungen mit einem Härtungsmittel führten unter Verwendung von Flußeisen mit 0,38% Kohlenstoff zu negativen Ergebnissen. Nennenswerthe Veränderungen der Eigenschaften des Materials durch dessen Behandlung mit dem Härtungsmittel, gegenüber der sonst gleichen Behandlung ohne Härtungsmittel, konnten bei der Prüfung, die sich auf Zugversuche, Biegeproben, Einkerbproben und Bohrproben erstreckte, nicht nachgewiesen werden.

An Apparaten und Maschinen wurden untersucht:

a) 6 Balckesche Spannungsmesser, eingeliefert von einer Eisenbahndirektion. Die Untersuchung bezweckte die Ermittelung der Genauigkeit der Spannungsanzeige. Hierzu wurden die Apparate bei Belastungsversuchen mit einem Probestabe zur Ermittelung der Stabdehnungen verwendet und die Beobachtungen dann mit den wirklichen Dehnungen des Stabes in Vergleich gestellt, die sich durch Berechnung aus der Belastung und der zuvor ermittelten Dehnungszahl des Stabmaterials ergaben. Die beobachteten Fehler der Apparate schwankten zwischen — 92 und + 32%. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen ist bei Benutzung der Apparate und bei der Beurtheilung der mit ihnen an Bauwerken gewonnenen Ergebnisse größte Vorsicht zu empfehlen.

b) 1 Spiegelapparat, Bauart Martens. Bestimmt wurde die Breite der Spiegelschneiden und hieraus der mittlere Skalenabstand für das Uebersetzungsverhältniß von 1/500. Die Messung der Schneidenbreiten erfolgt mit dem Klebeschen Dickenmesser und unter dem Mikroskop.

c) 1 Härteprüfer, Bauart Martens. Ermittelt werden hierbei die Konstanten des Apparates, die zweckmäßigste Stellung des ritzenden Diamanten, und die Ritzhärten verschiedener Metalle im Vergleich mit den auf dem Apparat der Anstalt gefundenen Werthen.

d) 1 Federhammer auf die Größe der geleisteten Schlagarbeit. Die Prüfung erfolgte durch vergleichende Schlagversuche mit Kupfercylindern auf dem Hammer sowie auf dem Fallwerk der Anstalt.

e) 4 Festigkeitsprobirmaschinen auf Fehler der Lastanzeige und zwar:
eine Kettenprobirmaschine, Bauart Hoppe, mit hydraulischem Antrieb ohne Waage,
eine Maschine, Bauart Pohlmeyer,
eine Amsler-Presse und
eine Maschine mit Schraubenantrieb und Hebelwaage.

Zwei der untersuchten Maschinen zeigten derartige Fehler in der Lastanzeige, daß sie als nicht benutzbar bezeichnet werden mußten. Die Fehler waren besonders durch Reibungswiderstände veranlaßt, die theils von Mängeln in der Arbeitsausführung, theils von Konstruktionsfehlern herrührten. Nachdem die Fehler beseitigt waren, ergab die nochmalige Prüfung hinreichend genaue Lastanzeigen. Die Untersuchungen erfolgten stets durch Belastungsversuche an Kontrolstäben, deren Dehnungszahl vorher auf den Maschinen der Versuchsanstalt ermittelt war.

In einem Falle fand der Vergleich der Maschine eines Hüttenwerkes mit den Maschinen der Versuchsanstalt durch Druckversuche an Kupferkörpern statt, ohne daß der Anstalt der Zweck der beantragten Druckversuche vorher bekannt gegeben war. Die Proben wurden mit einer vorgeschriebenen Last beansprucht und dann die bleibenden Höhenverminderungen gemessen. Die Ergebnisse zeigten befriedigende Uebereinstimmung der Maschinen. Derartigen Versuchen haftet aber der Mangel an, daß der Vergleich bei beiden Maschinen nicht mit dem gleichen Körper erfolgen kann, sondern man sich auf die Uebereinstimmung mehrerer Körper unter sich verlassen muß und daß ferner sich die Kontrole der Lastanzeige nur auf die angewendeten Probebelastungen erstreckt und nicht den ganzen Kraftbereich der Maschine umfaßt. Hierzu kommt, daß die angewendete Belastung stets eine bestimmte Zeit hindurch gleichbleibend erhalten werden muß, da die Größe der Höhenverminderung der Proben von der Belastungsdauer abhängig ist. Bei Maschinen mit Pendelwaagen, wie sie z. B. die Pohlmeyer-Maschinen besitzen, ist die Innehaltung gleichbleibender Belastung beim Fließen der Probe äußerst schwierig, weil das Belastungspendel und somit auch die Last mit wachsender Formänderung der Probe absinkt und beim wiederholten Anheben leicht über den beabsichtigten Grenzwerth hinausgeht.

Die Anstalt empfiehlt daher zu Maschinenprüfungen immer wieder die Benutzung von Kontrolstäben, die nicht über die Proportionalitätsgrenze des Materials hinaus beansprucht werden.

Die Abgabe solcher Kontrolstäbe durch die Anstalt erfolgte in zwei Fällen. Den einen Stab für 10000 kg Belastung erhielt Herr Professor Keelhoff in Gent, den zweiten für 50000 kg Belastung die dänische Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen.

An Maschinentheilen und Baukonstruktionen wurden geprüft:

a) ein Schubstangendeckel auf Biegungselasticität und Festigkeit,
b) Räder und Radsätze für den Kleinbahnbetrieb auf Tragfähigkeit, Widerstand gegen Stoß und Festigkeit des Materials,
c) sog. Unica-Zahnräder auf Festigkeit der Zähne gegen Bruch im Vergleich mit gußeisernen Rädern gleicher Abmessungen,
d) Eisenbahn-Wagen-Achsen auf Schlag- und Zugfestigkeit des Materials,
e) geschweißte Zugstangen auf Sicherheit der Schweißung,
f) gußeiserne Kanalböcke auf Tragfähigkeit und Biegung,

g) Akkumulatoren-Zellen verschiedenen Ursprunges auf Widerstand gegen Erschüttern,
h) Elektrodenplatten auf Festigkeit der Massefelder,
i) hölzerne parabolische Deckenbalken auf Tragfähigkeit bei gleichmäßig vertheilter Belastung,
k) gußeiserne Rahmen mit Luxfer-Prismen auf Tragfähigkeit,
l) gußeiserne Säulen mit und ohne schmiedeeisernem Kern auf Knickfestigkeit.
m) mit Wärmeschutzmasse ummantelte Rohre auf Verhalten im Feuer,
n) Treppen und zwar:
eine freistehende eiserne Treppe mit Kunststeinumhüllung,
eine Kunststeintreppe 1,5 m freitragend und eine Kunststeintreppe mit 3,2 m Spannweite auf Tragfähigkeit bei gleichmäßiger Belastung der vier obersten von sechs Stufen,
o) 6 Cementdeckenplatten auf Tragfähigkeit und
p) 2 Decken, bestehend aus zwei Deckenfedern von je 4,5 m Spannweite auf Tragfähigkeit bei gleichmäßiger Belastung des einen Feldes unter Ermittelung der elastischen Durchbiegungen beider Felder und der Bewegungen der Stützmauern.

Die von der Abtheilung ausgefertigten Gutachten betreffen die Beurtheilung

a) der bedingungsgemäßen Lieferung von Kesselblech unter Zugrundelegung der „Würzburger Normen",
b) von Drähten, ob sie als Stahl- oder Eisendrähte anzusprechen seien,
c) eines Siederohres, ob es nahtlos oder geschweißt sei und
d) die Feststellung, ob die Ursache von Betriebsbrüchen an Bolzen, Wellen, Schienen, Achsen auf Mängel im Material zurückzuführen seien.

Die im Vorjahre unerledigt gebliebenen größeren Untersuchungen:

a) an Nickel-Eisen-Legirungen im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes,
b) über die Widerstandsfähigkeit von Grob- und Feinblechen gegen Rosten,
c) über den Widerstand von Drahtseilen gegen stoßweise Inanspruchnahme und
d) über den Porendruck in Mauerwerk

sind fortgesetzt.

Von den Arbeiten der Abtheilung sind in den Mittheilungen veröffentlicht:

Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Seildrähten gegen Rosten.
Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle.

Das Metallographische Laboratorium war im Berichtsjahr mit folgenden Untersuchungen beschäftigt, welche theils fortgesetzt, theils neu aufgenommen wurden:

a) Die Veränderung des Kleingefüges von Metallen durch Wärmebehandlung (insbesondere Eisen und Kupfer), Fortsetzung.
b) Kern- und Randzonenbildung, Fortsetzung.
c) Einfluß von Mangan und Phosphor in Eisen auf dessen Angriffsfähigkeit gegen Wasser. Fortsetzung.
d) Das Gefüge von Stählen mit wachsendem Kohlenstoffgehalt in verschiedenen Zuständen.

e) Die Ausbildung von Einrichtungen zur Ermittelung von Haltepunkten in Eisen und Stahl, und von Erstarrungspunkten in Metallen und Legirungen.
f) Einfluß von Wasserstoff auf Eisen. Fortsetzung.
g) Kupfer und Sauerstoff.

Während des Berichtsjahres wurden folgende Arbeiten veröffentlicht:

a) „Eisen und Wasserstoff." Stahl und Eisen 1900 Nr. 16.
b) „Die Verwendbarkeit der Metallmikroskopie für die Prüfung der Werkzeugstähle." Mittheilungen 1900, S. 191.
c) „Kupfer und Sauerstoff". Mittheilungen aus den Königl. technischen Versuchs-Anstalten 1900, S. 315.
d) „Die Theorie der Eisenkohlenstofflegirungen nach Roberts-Austen und Osmond." Stahl und Eisen 1900, Nr. 12.
e) „Die Theorie der Entbleiung des Rohzinkes." Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1900, Nr. 107.

Für die Abtheilung für Metallprüfung wurden 10 Anträge erledigt, sie betrafen:

Prüfung der Gefügebeschaffenheit und Feststellung von Unterschieden des Gefüges innerhalb des Querschnitts in zwei Fällen.

Ermittelung der Ursache der schlechten Beschaffenheit von Werkzeugstahl in einem Falle.

Prüfung von Gewehrläufen in zwei Fällen.

Ermittelung, ob ein Rohr nahtlos oder geschweißt, in einem Falle.

Feststellung, ob Material Flußeisen oder Schweißeisen, in einem Falle.

Prüfung des Verhaltens von Aluminiumkochgeschirren auf Verhalten gegen angreifende Flüssigkeiten, in einem Falle.

Prüfung von Gußstahlkugeln auf fehlerhafte Beschaffenheit, in einem Falle.

Anfertigung von Metallschliffen, in einem Falle[1]).

b) In der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Die Abtheilung für Baumaterialprüfung ist im Rechnungsjahre 1900 wieder stärker beansprucht worden als im Vorjahre.

Insgesammt wurden 570 Anträge mit 31982 Versuchen gegen 535 Anträge mit 26274 Versuchen im Vorjahre bearbeitet.

Die Anträge bezweckten theilweise die Kontrole von Lieferungen, theilweise die Feststellung der Eigenschaften neuerer Erzeugnisse oder solcher Baumaterialien, die erstmalig in den Handel gebracht oder auf Grund veränderter Fabrikationsverfahren hergestellt wurden. Mehr und mehr wurden die Anträge durch das Ersuchen von Baubehörden um Vorlegung amtlicher Prüfungszeugnisse veranlaßt[2]). Von Behörden gingen zahlreiche Anträge ein, die bezweckten,

[1]) Die Anstalt giebt Metallschliffe und Abzüge von charakteristischen Gefügebildern gegen Erstattung der Kosten ab. Auch von den in den Mittheilungen veröffentlichten Abbildungen können Mikrophotographien geliefert werden.

[2]) Die Erscheinung, daß öfters Abschriften von mehr als ein Jahr alten Prüfungszeugnissen verlangt werden, läßt darauf schließen, daß bei der Vorlage von Zeugnissen zuweilen nur der Form genügt wird und veranlaßt, an dieser Stelle die allen Zeugnissen beigelegte Bekanntmachung in Erinnerung zu bringen:

„Es ist mehrfach vorgekommen, daß die Versuchsanstalt gegen mißbräuchliche Benutzung ihrer Prüfungszeugnisse Einspruch erheben mußte. Dieser Umstand veranlaßt mich, die Inhaber von amtlichen

Baumaterialien aller Art vor der Verwendung zu erproben. Diese Anträge von Behörden haben sich gegen das Vorjahr um $^1/_3$ vermehrt.

Von allen Anträgen entfallen 120 auf Behörden und 450 auf Private.

Auf die einzelnen Staaten entfallen:

Aus	Behörden	Private	Zusammen
Preußen ohne Berlin	98	279	377
Berlin	9	74	83
Bayern	1	9	10
Sachsen	—	17	17
Württemberg	1	1	2
Baden	1	6	7
Andere deutsche Bundesstaaten . . .	10	35	45
Ausland	—	29	29
Zusammen	120	450	570

Von den 29 Anträgen ausländischer Antragsteller kommen 12 aus Oesterreich-Ungarn, 5 aus Rußland, 3 aus Schweden, 5 aus Belgien, 1 aus Frankreich, 1 aus Dänemark und 2 aus Norwegen.

Von den ausgeführten Versuchen entfallen:

18624 auf Bindemittel,

13359 auf Steine aller Art und Verschiedenes.

Die Zahl der Einzelversuche mit Bindemitteln ist der des Vorjahres nahezu gleich geblieben, während sich die mit Steinen und andern Stoffen nahezu verdoppelt hat. Den wesentlichsten Antheil an dieser starken Arbeitsvermehrung tragen die Prüfungen der in immer größeren Mengen hergestellten Kalksandsteine und der Chamottesteine.

Die Arbeitskräfte und die Maschinen wurden durch diese Vermehrung der Versuche so stark belastet, daß leider mehrfach Verzögerungen in der Erledigung der Anträge eintraten und die erforderliche Arbeit nur mit Zuhülfenahme von Ueberstunden geleistet werden konnte.

Auf Grund der 570 Anträge wurden geprüft: 244 (228) Cemente, 3 (3) Cementkalke, 103 (82) Bruchsteinsorten, 98 (68) Backsteinsorten, 67 (43) Betonmischungen, 22 (8)

Prüfungszeugnissen öffentlich darauf aufmerksam zu machen, daß die Versuchsanstalt, wie bisher, gegen jede ihr zur Kenntniß kommende entstellende Wiedergabe des Inhaltes ihrer Zeugnisse einschreitet. Zugleich wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Versuchsanstalt eine als „Auszug" gekennzeichnete sachlich richtige Wiedergabe des Inhaltes ihrer amtlichen Zeugnisse in Anzeigen u. s. w. nicht hindern kann. Sie kann es auch nicht hindern, daß veraltete Zeugnisse bei den Bewerbungen um Lieferungen benutzt werden. Man versucht hierbei zuweilen, die Eigenschaften von Waaren durch alte Zeugnisse zu belegen, deren Inhalt sich auf Proben bezieht, die ganz andere Eigenschaften besaßen, als die angebotenen Waaren. Es liegt daher im Interesse der Behörden und des Publikums, sich von den Bewerbern gegebenen Falles die Zeugnisse vorlegen zu lassen und auch zu prüfen, ob der Umfang der bescheinigten Untersuchungen die Eigenschaften der angebotenen Waare vollständig klarlegt. Diese Prüfung ist deswegen erforderlich, weil die Versuchsanstalt dem Antragsteller auf seinen Wunsch über die auszuführenden Untersuchungen wohl Rath ertheilen, aber sonst Umfang und Inhalt des Antrages nicht beeinflussen kann. Der Direktor der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt. (gez.) A. Martens."

Die Anstalt lehnt fast immer die Ausfertigung von beglaubigten Zeugnissen ab, wenn die Zeugnisse älter als ein Jahr sind. Im Laufe der verflossenen Jahre mußte mehrfach gegen mißbräuchliche und zweideutige Benutzung von Zeugnissen zu Anzeigen und Reklameschriften Einspruch erhoben werden.

Fußbodenbeläge (Cementplatten und Thonplatten), 49 (29) künstliche Steine (ohne gebrannte Ziegel), 16 (7) Kalkarten, 8 (10) Traßkalkmörtel, 3 Gipsarten, 8 (9) Arten von Dachziegeln (aus Thon und Cement), 5 (5) Arten Thonröhren und 8 (11) Arten Cementröhren, 1 (11) Dachschiefer, 3 (3) Arten Linoleum, 1 (4) Asphaltbelag, 4 Arten erhärteter Kalkmörtel, 20 (28) Arten erhärteter Beton, 8 (10) Arten von Stoffen auf Feuersicherheit, 43 (23) Arten feuerfeste Steine, 35 (41) Deckensysteme, 9 (10) Arten Sand, 1 (3) Art Glasplatten, 14 (36) verschiedene Materialien (Xylolith, Hochofenschlacke, Gipskörper, Asbestschiefer, Cementestrich-Fußböden, Anstrichmasse u. s. w.) sowie 5 (22) Hammerapparate und 1 (7) Mörtelmischer.

Insgesammt 769 Baustoffe und 6 Apparate gegen 685 Baustoffe und 29 Apparate im Vorjahre. Wie die in Klammern hinter die Zahl der geprüften Baustoffe gesetzten Ziffern zeigen, vertheilt sich die Vermehrung der zur Prüfung eingereichten Materialien fast über das gesammte Arbeitsgebiet der Abtheilung. Wesentliche Rückgänge in der Prüfung bestimmter Baustoffe sind nicht zu verzeichnen. Namentlich ist die Zahl der Deckenprüfungen trotz der ungünstigen äußeren Umstände, unter denen diese Prüfungen noch immer ausgeführt werden müssen, nahezu dieselbe geblieben.

Folgende Deckensysteme gelangten zur Prüfung:

a) Kemnitzsche Stahldrahtdecken,
b) Ebene Steindecken,
c) Spiral-Eisen-Betondecken,
d) Reform-Verband- (Stein-) Decken mit und ohne Eiseneinlagen,
e) Ebene Betonplatten mit Streckmetalleinlagen (System Golding),
f) Gewölbte Stampfbetondecken mit Eiseneinlagen (nach Monier),
g) Steindecke „Reform".

Auf 8 Anträge wurden Brandproben mit eigens hierfür errichteten Versuchsgebäuden ausgeführt, wobei folgende Baustoffe und Konstruktionen zur Prüfung gelangten:

1. Fenster und Wände aus Luxfer Prismen und Elektroglas, die in einem Gebäude aus Gipsdielen eingebaut waren.
2. Gebrannte Ziegelklinker und Kalksandziegel von Olschewski, die zu einander in Vergleich gestellt wurden.
3. Feuersichere Wände aus porösen Ziegeln nach System Prüß. (Eine solche Wand wurde auch als freitragende, den Unterzug nicht belastende Wand geprüft.)
4. Gipsplatten und Gipsestrich-Fußböden von Probst.
5. Cocolithplatten (Gipsplatten mit Kokosfaser-Einlage).
6. Drahtputzummantelung von eisernen Säulen, Unterzügen, Kopfbändern, Stielen, sowie auf Scheide- und Flurwänden.
7. Asbestmörtel (geheim gehaltene Zusammensetzung) als Schutz für eine eiserne Säule, in Form von Zwischenwänden u. s. w.
8. Segment-Streckmetall-Wände mit Gipsmörtelputz (1 Theil Kalkmörtel + 1 Theil Gips).

Alle diese im Freien ausgeführten Versuche haben im Beisein von Vertretern der Baupolizei-Behörden Berlins und Charlottenburgs stattgefunden, welche die Genehmigung zur Anwendung der Stoffe und Konstruktionen von dem Ausfall der Prüfungen abhängig machten.

Sehr umfangreich gestaltete sich die Prüfung der natürlichen Bausteine, so daß zur rechtzeitigen Herstellung der erforderlichen Probewürfel die vorhandenen Steinsägen zu Zeiten

nicht ausreichten. Zu diesen Untersuchungen rechnete auch die Prüfung von sechs Kalksteinsorten, welche dem südwestafrikanischen Schutzgebiet entstammen und sowohl auf ihre Eigenschaften als Baustein als auch auf Verwendbarkeit als Mörtelmaterial geprüft wurden. Eine Sorte wies sich für die Cementfabrikation geeignet, aus zwei anderen Sorten ließ sich ein mäßigen Ansprüchen genügender Kalkmörtel herstellen.

Auch die Prüfung der künstlichen Bausteine nahm einen noch breiteren Raum als im Vorjahre ein. Bei den Prüfungen der Kalksandziegel konnte beobachtet werden, daß die Fabrikation dieses Baumaterials mit der Zeit immer sicherer wird. Nicht frostbeständige Steine sind kaum noch vorgekommen und die Druckfestigkeit und Gleichmäßigkeit der Steine befriedigte in den meisten Fällen.

Bei der Prüfung von feuerfesten Steinen, die auf Anregung eines namhaften Hütteningenieurs besonders umfangreich sich gestalteten, wurde eine auffällige Beobachtung gemacht, für die eine befriedigende Erklärung noch nicht gefunden werden konnte. Es zeigte sich, entgegen sonstigen Erfahrungen, daß die Festigkeit hochkant gestellter Chamottesteine in den meisten Fällen höher war, als die Festigkeit zweier flach aufeinander gemauerter Steine. Die Versuche werden fortgesetzt und die Prüfung der Chamottesteine wird nach dem Neubau der Anstalt den Bedürfnissen der Praxis entsprechend weiter ausgebildet werden.

Mehrere Sorten Korksteine sind auf Schwindung bei erhöhter Wärme, auf Wasseraufsaugevermögen und Wasseraufnahme im schwimmenden Zustande, auf Biegefestigkeit und Druckfestigkeit geprüft worden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind zusammen mit schon früher gefundenen in den Mittheilungen 1901 S. 45 u. ff. veröffentlicht worden.

Mit Schornsteinmauerwerk, hergestellt aus einem bestimmten Cementmörtel und Radialsteinen von vier verschiedenen Fabriken, wurden umfangreiche Versuche ausgeführt, um die Eigenschaften der verschiedenen Steine, sowie die Haftfestigkeit des Mauerwerks, sein Raumgewicht, die Schwindung beim Erhärten und die Druckfestigkeit der verschiedenen Altersklassen festzustellen. Auch die Ergebnisse dieser Versuche werden, wenn die Antragsteller die Genehmigung hierzu ertheilen, demnächst veröffentlicht werden.

Großen Umfang nahmen die von Seiten einer Militärbehörde, eines städtischen Hafenbauamtes und einer Bauunternehmerfirma in Auftrag gegebenen Betonprüfungen an.

Im ersten Falle handelte es sich darum, gewisse Mörtelstoffe in verschiedenen Betonmischungen auf ihre Verwendbarkeit zu militärischen Bauten zu erproben und dabei namentlich den Einfluß erhöhter Steinschlagmengen auf die Betonfestigkeit zu ermitteln. Im zweiten Falle sollte der Einfluß des Ersatzes von Kies in mageren Kiesbetonmischungen festgestellt werden. Im dritten Falle wurden große Betonwürfel fertig eingereicht, da die Baupolizei den Nachweis der Druckfestigkeit des in Fundamentmauern verwendeten Betons gefordert hatte. In einer besonderen Reihe, zu der die Körper in der Versuchsanstalt angefertigt wurden, konnte festgestellt werden, daß die Körper mit gewaschenem Kies geringere Festigkeiten ergaben als die mit demselben ungewaschenen Kies. Die in Vorbereitung befindliche Veröffentlichung der umfangreichen Betonuntersuchungen der Versuchsanstalt konnte leider wegen Arbeitsüberbürdung noch nicht vollendet werden.

Fortlaufende Cementprüfungen in größerer Zahl wurden für die Bauleitung eines Eisenbahnbaues nach vorher vereinbartem Arbeitsplan ausgeführt, um die zur Herstellung von Bauwerken unter und über Wasser zur Anlieferung kommenden Cemente zu kontroliren. Da es sich um eine neue Fabrik handelte, der die Lieferung übertragen war, schien besondere Vorsicht geboten. Der Cement der ersten Lieferung erwies sich als normal und ergab weit

über die Normenanforderungen gehende Festigkeiten. In einigen späteren Lieferungen war die Festigkeit etwas geringer aber immer noch den Normen entsprechend. Die Cemente der meisten Lieferungen hatten schon nach sieben Tagen die Normenfestigkeit überschritten oder doch fast erreicht. Eine ausländische Cementfabrik ließ ihre Produkte gleichfalls in bestimmten Zwischenräumen regelmäßig nach vereinbartem Arbeitsplan prüfen. Für derartige Prüfungen konnten früher beträchtliche Ermäßigungen gewährt werden, die jetzt in Fortfall gekommen sind.

Versuche mit Materialien, die zur Ausführung von Thalsperren bestimmt waren, wurden auch im Berichtsjahre wieder in großer Zahl angestellt. Sie erstreckten sich auf die Feststellung der Verwendbarkeit von Thonschiefer, von Grauwackeschiefer und von dichter Grauwacke, sowie die Auswahl des am besten für die Herstellung der beabsichtigten Kalktraßmörtel geeigneten Kalkes unter Anwendung von Pochsand, Haldensand und Grubenkies. Die Ergebnisse dieser Versuche sind einer besonderen Veröffentlichung vorbehalten.

Für den Bau eines Gas- und Wasserwerkes wurden die in Aussicht genommenen Bruchsteine und verschiedene Mörtelstoffe geprüft. Traß und Cemente wurden noch während des Baues laufend kontrolirt.

Die Untersuchungen von Kabelröhren aus Cementbeton, welche die Kaiserliche Oberpostdirektion angeregt hatte, wurden fortgesetzt. Daran schlossen sich von Seiten eines Unternehmers umfangreiche Betonprüfungen. Auch Kabelrohre aus gebranntem Thon wurden untersucht, indessen nicht in so großem Umfange, daß man aus dem Vergleich beider Materialien allgemeine Schlüsse ziehen könnte.

Die Gerichte nahmen die Abtheilung im Berichtsjahre fünf Mal in Anspruch. In einem Falle handelte es sich um Untersuchung einer Mörtelprobe, um festzustellen, wie viel Kalk, Sand, Kohlenasche und Thon der Mörtel enthielt, der sich nicht bewährt und zu einer Anklage wegen Vergehens gegen § 222 und 330 des Strafgesetzbuches geführt hatte.

In zwei Fällen war einer Cementröhrenfabrik Cement geliefert worden, dem die Schuld an dem späteren Rissigwerden der Röhren zugeschrieben wurde. Durch Ortstermin wurden die Schäden an den Röhren festgestellt; die objektive Feststellung der Ursachen der Schäden war aber nicht möglich, da weder der ursprüngliche, zu den beanstandeten Waaren verwendete Cement, noch wegen Vorhandensein von Kalksteintrümmern im Kies das aus dem Rohre herausgelöste Bindemittel gewonnen und chemisch untersucht werden konnte.

Der Streitfall ist durch Vergleich geregelt worden.

In einem vierten Falle handelte es sich um die Begutachtung, ob ein bestimmter Roman-Cement schnellbindend und für alle Cementirungsarbeiten, auch unter stark strömendem Wasser, geeignet war. Bei der Prüfung stellte sich der Cement als ein grob gemahlener Schnellbinder heraus, der für den fraglichen Zweck untauglich war.

Im letzten Falle endlich handelte es sich um den Beton eines Kellergewölbes mit 25 cm Scheitelstärke, dessen Standsicherheit untersucht werden sollte. Die aus dem Gewölbe von verschiedenen Stellen entnommenen Betonblöcke ergaben wechselnde Druckfestigkeit von 59 bis 144 kg/qcm.

Zum Zwecke der Vervollkommnung des Steinbrück-Mörtelmischers wurden gemeinsam mit dem Geräthe-Ausschuß des Vereins Deutscher Portland-Cementfabrikanten umfangreiche Versuchsreihen ausgeführt, deren Ergebnisse zur Einführung des Apparates in die normenmäßige Prüfung ermuthigten. Bei den betheiligten Ministerien ist der Antrag auf entsprechende Abänderung der Normen gestellt worden. Die grundlegenden Arbeiten, auf die sich die Einführung des Mörtelmischers stützt, werden demnächst veröffentlicht werden.

Das Fabrikationsverfahren des Normalsandes wurde dauernd kontrolirt und ist jetzt derart vervollkommnet, daß der Bezug gleichmäßigen Normalsandes unter der Plombe der Versuchsanstalt nunmehr gesichert erscheint.

Ueber die Fortsetzung der Versuche mit verschiedenen hydraulischen Bindemitteln im Seewasser ist Beschluß gefaßt und von der Versuchsanstalt ein neuer Arbeitsplan aufgestellt worden, der demnächst zur Ausführung kommen soll.

Die Arbeiten aus eigener Veranlassung mußten auf das nothwendigste Maß eingeschränkt werden, weil die beschränkten Räume und die starke Inanspruchnahme der Abtheilung durch Anträge umfangreichere Versuche ausschlossen. Dagegen wurden auf Antrag des Vereins Deutscher Portland-Cementfabrikanten Arbeiten in Angriff genommen, um ein geeignetes Verfahren zum quantitativen Nachweis von Hochofenschlacke und anderen minderwerthigen Beimengungen im Portlandcement aufzufinden. Die Versuche waren von Erfolg gekrönt, werden indessen noch fortgesetzt, um das Verfahren zu verbessern.

Von den Arbeiten der Abtheilung sind in den Mittheilungen veröffentlicht:

Brandproben.

Gesteinsuntersuchungen.

Zur Frage des praktischen Werthes der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben (2 Aufsätze).

Einwirkung von Pferdejauche auf Cement.

Veränderung von Cementen in Bezug auf Abbindezeit.

Mangelhafter Beton.

Ueber den Einfluß von Si-Stoff-Zusatz auf das Abbinden von Portland-Cementen.

Traß und Traßmörtel.

Druckfestigkeit von Beton.

Der Bericht über das Verhalten hydraulischer Bindemittel im Seewasser ist als Sonderheft der Mittheilungen erschienen.

c) In der Abtheilung für Papierprüfung

wurden 974 Anträge erledigt, von denen 590 auf Behörden und 384 auf Private entfallen.

Es wurden geprüft: 1443 Papiersorten, 274 Stoffproben (Segeltuche, Zeltstoffe, Leinwand), 2 Plüsche, 19 Garne, eine Probe Kunstleder, 4 Harzseifen, 5 Zellstoffproben, 36 Schulhefte, 2 Treibriemen, ein Schoppersche Festigkeitsprüfer.

Von den 974 Anträgen gingen 949 aus dem Inland, 25 aus dem Ausland ein, und zwar vertheilen sie sich auf die verschiedenen Staaten und Länder wie folgt: (Tabelle siehe S. 152.)

Die Untersuchung der 1443 Papiere bezweckte in den meisten Fällen die Feststellung ihrer Stoff- und Festigkeitsklassen behufs Einreihung in eine der Verwendungsklassen. Bei den übrigen Papieren wurden einzelne Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften für besondere Zwecke festgestellt.

Auf die verschiedenen Ansätze der Gebührenordnung vertheilen sich die ausgeführten Prüfungen wie folgt:

Aus	Beh.	Priv.	Sa.
Inland.			
Preußen ohne Berlin	508	196	704
Berlin	61	67	128
Baden	5	6	11
Bayern	—	9	9
Braunschweig	1	1	2
Bremen	1	1	2
Hamburg	1	5	6
Hessen	2	1	3
Mecklenburg	1	1	2
Oldenburg	1	—	1
Reichslande	4	5	9
Reuß ä. L.	—	7	7
Sachsen	5	32	37
Sachsen-Weimar	—	1	1
Schwarzburg-Rudolstadt	—	1	1
Württemberg	—	26	26
	590	359	949

Aus	Beh.	Priv.	Sa.
Ausland			
Dänemark	—	2	2
England	—	4	4
Finland	—	1	1
Frankreich	—	3	3
Holland	—	4	4
Oesterreich	—	2	2
Rußland	—	2	2
Schweden	—	2	2
Schweiz	—	5	5
Ausland	—	25	25
Inland	590	359	949
Summa	590	384	974

I. Papierprüfungen.

Ansatz 313[1]) kam zur Anwendung		907	Mal
„ 300 (Festigkeit und Dehnung)		173	„
„ 301 (Widerstand gegen Zerknittern)		297	„
„ 302 (Aschengehalt)		92	„
„ 305 (Dicke und Gewicht)		21	„
„ 306 (Verholzte Fasern)		6	„
„ 308 (Schätzung der Menge des Holzschliffs)		2	„
„ 309 (Mikroskopische Untersuchung)		49	„
„ 310 (Schätzung des Mengenverhältnisses der Faserarten)		102	„
„ 311 (Verschiedenartige Untersuchungen, theils chemischer, theils physikalischer, theils mikroskopischer Natur)		114	„

II. Stoffprüfungen.

Ansatz 314 (Festigkeit und Dehnung in Schuß und Kette)		192	Mal
„ 315 (Prüfung von Fäden auf Zugfestigkeit)		10	„
„ 316 (Bestimmung des Aschengehalts)		2	„
„ 317 (Bestimmung der Faserart in Schuß und Kette)		71	„
„ 318 (Bestimmung der Fadenzahl auf 1 cm in Schuß- und Kettenrichtung)		6	„
„ 320 (Untersuchung eines Stoffes auf Schlichte, Stärke, Farbe, Wasserdurchlässigkeit u. s. w.)		39	„
„ 321 (Die vollständige Untersuchung eines Stoffes nach den Ansätzen 314, 316 bis 319)		3	„

Außerdem wurde ein Schopperscher Festigkeitsapparat nach Ansatz 108 geprüft.

Ueber die Inanspruchnahme der Abtheilung im Laufe der letzten Jahre giebt die nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

[1]) Vollständige Untersuchung eines Papiers nach den Ansätzen 300, 301, 302, 309 und auf Leimfestigkeit.

Jahr	Anzahl der Prüfungen nach Ansatz											Anzahl der Stoffprüfungen nach Ansatz							Apparateprüfungen nach Ansatz
	116 u. 117	300	301	302	305	306	307	308	309	310	311	314	315	316	317	318	319	320	108
1895/96	—	712	717	738	6	11	—	—	726	67	706	26	—	1	50	13	1	12	2
1896/97	—	1022	1109	1015	2	4	1	2	981	96	1004	34	—	1	39	2	1	9	2
1897/98	4	958	1005	857	7	5	3	8	877	121	862	8	—	2	37	—	2	13	2
1898/99	3	952	1106	868	13	12	6	16	855	108	916	10	—	—	44	—	—	15	1
1899/1900	—	1196	1365	1076	14	10	1	4	1015	128	1145	27	—	3	34	7	1	52	—
1900/1901	—	1080	1204	999	21	6	—	2	956	102	1021	195	10	5	74	9	3	89	1

Außerdem wurden mit 6 Papieren, 4 Stoffen, 6 Zwirnen und 2 Treibriemen Prüfungen verschiedener Art ausgeführt.

In wiederholten Fällen wurde die Anstalt im Berichtsjahre zur Schlichtung von Zollstreitigkeiten herangezogen und zwar handelte es sich um die Verzollung von sogenannten Pergamynpapieren. Diese durch glasiges Aeußere und hohe Transparenz gekennzeichneten Papiere wurden von ausländischen Zollbehörden als Pergamentpapier angesehen und verzollt. Es ist dies um so auffallender, als die Unterscheidung von pergamentirtem und nicht pergamentirtem Papier auch für den Laien keine Schwierigkeiten bietet.

Als Kuriosität sei erwähnt, daß ein unter der Bezeichnung „Kunstleder" eingesandtes Produkt sich als imprägnirtes Baumwollpapier von sehr geringer Festigkeit erwies.

Ziemlich zahlreich liefen Klagen über Korrosion von Metallen verschiedener Art durch die zum Umhüllen benutzten Papiere ein; die Prüfung der Papiere zeigte, daß die Klagen nicht immer berechtigt waren.

Ein Lichtpausrohpapier für das Negativverfahren zeigte nach der chemischen Behandlung sowohl in der Aufsicht als auch in der Durchsicht zahlreiche dunkle Flecke, die Untersuchung zeigte, daß es sich um eine Anhäufung von Eisencyanverbindungen handelt; das Rohpapier enthielt zahlreiche schwachverholzte und ziemlich stark eisenhaltige Holzzellstofffasern, theils einzeln, theils zu kleinen Klümpchen vereinigt, und diese Fasern dürften die Bildung der Flecken veranlaßt haben.

Die Prüfung einer Reihe sogenannter Durchnähgarne (auf 100 g etwa 150 m Garn) lieferte überraschend hohe Werthe für die Reißlänge; bei Bruchlasten von rund 20—26 kg ergaben sich Reißlängen von 30000 — 40000 m. Der von einer deutschen Firma beantragte Vergleich einer deutschen Marke mit einer bekannten englischen fiel zu Gunsten der deutschen aus.

Deutsche Probe 24,7 kg Bruchlast, 40600 m Reißlänge,
Englische „ 23,7 „ „ 36350 „ „

Die Feinheitsnummer der deutschen Probe war etwas größer als die der englischen.

Sechs Volontäre wurden im Etatsjahre 1900/1901 in der Abtheilung für Papierprüfung ausgebildet; von diesen waren fünf aus Deutschland, einer aus Italien.

Von den durch Ansatz 500 der „Vorschriften" gewährten Preisermäßigungen machten insgesammt 6 Firmen (2 Fabriken und 4 Handelsfirmen) und 1 Behörde Gebrauch. Durch Verfügung der Königlichen Aufsichtskommission vom 1. November 1900 sind die Bestimmungen über Preisermäßigung in Wegfall gekommen. Künftig sind also bei allen Prüfungen die vollen Gebühren zu zahlen.

Neue Wasserzeichen sind im Rechnungsjahr 1900 nicht angemeldet worden.

Auf Grund des erweiterten § 9 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" erhielten 32 Papierfabriken Mittheilungen über die mit ihrem Papier im Auftrage von Behörden ermittelten Versuchsergebnisse.

Insgesammt sind im Betriebsjahr 1900: 532 Mittheilungen an die erwähnten 32 Fabriken versendet worden.

Wie sehr sich diese Einrichtung bewährt hat und wie vortheilhaft sie für die Kontrole der Fabrikation und der eigenen Prüfungen der Fabrik ist, geht wohl am besten daraus hervor, daß bisher keine Fabrik auf fernere Mittheilungen verzichtet hat, sondern nach Erschöpfung des Vorschusses von 40 Mark (für jede Mittheilung sind 2 Mark Gebühren zu entrichten) stets Gesuche um weitere Uebermittelung der Versuchsergebnisse gestellt hat.

Das Vorgehen einzelner Fabriken, die einzelnen Fertigungen durch Punkte, Zahlen, Buchstaben u. s. w. im Wasserzeichen zu kennzeichnen, findet erfreulicher Weise immer mehr Nachahmer. Bei derartig gekennzeichneten Papieren erhalten die erwähnten Mittheilungen noch mehr Werth, da ein Abschnitt des betreffenden Papiers mit dem Zeichen der Fertigung mitgegeben wird.

Zu klagen ist wiederum vielfach über Flüchtigkeiten bei Stellung von Prüfungsanträgen; immer wieder kommen Verstöße gegen die Bestimmungen über Zahl und Art der einzureichenden Probebogen (§ 7 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken") vor, auch an Stellen, die seit Jahren regelmäßig mit der Anstalt in Verbindung stehen. Theils werden zu wenig Bogen geschickt, theils genügend aber gekniffst oder schlecht verpackt, so daß sie für die Prüfung nicht verwendet werden können.

Es kommen sogar Fälle vor, in denen eine Papierprobe „zur Untersuchung" ohne irgend eine nähere Angabe eingesandt wird. Die in solchen Fällen nothwendig werdenden Rückfragen kosten Zeit und Geld, schädigen also den Antragsteller.

Die im letzten Jahresbericht bereits erwähnte Prüfung der drei Schopperschen Falzer wurde im Laufe des Berichtsjahres beendigt; es hat sich gezeigt, daß man mit Hülfe des Falzers die Papiere im Großen und Ganzen in ähnlicher Weise abstufen kann wie mit der Handknitterung. Der umfangreiche Bericht über die Prüfung der Falzer ist zunächst dem Verein Deutscher Papierfabrikanten zur Kenntnißnahme übersandt worden; er wird später in den „Mittheilungen" veröffentlicht werden.

Die Bearbeitung des auf die Umfrage wegen Abänderung der Papiernormalien eingelaufenen Materials wurde abgeschlossen und der vorgesetzten Behörde ein neuer Entwurf für die „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" unterbreitet.

Die aus der Abtheilung hervorgegangenen Abhandlungen

1. Prüfung gestrichener Aktendeckel,
2. Die Normalpapiere in den Jahren 1899 und 1900,
3. Vorbehandlung des Papiers für die mikroskopische Untersuchung,
4. Die bei der Prüfung von Quittungskarten-Karton bisher ermittelten Ergebnisse,
5. Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen,
6. Erfahrungen mit Normalpapier in Süddeutschland,
7. Holzfreie Papiere,

sind in den Mittheilungen 1900 veröffentlicht worden.

d) In der Abtheilung für Oelprüfung.

Im verflossenen Betriebsjahr wurden in der Abtheilung für Oelprüfung 659 Proben zu 366 Anträgen geprüft (gegenüber 676 Proben zu 387 Anträgen im Vorjahre). Von den Anträgen entfielen 178 mit 359 Proben auf Behörden, 188 mit 300 Proben auf Private.

Auf Länder vertheilt gruppiren sich diese Anträge wie folgt:

Aus	Beh.	Priv.	Sa.	Aus	Beh.	Priv.	Sa.
Inland.				Ausland.			
Preußen ohne Berlin . . .	124	77	204	Belgien	—	9	9
Berlin	43	34	77	Rußland	—	2	2
Sachsen	1	10	11	Oesterreich	—	2	2
Baden	3	—	3	Ausland	—	13	13
Württemberg	1	3	4				
Bayern	1	—	1	Inland	178	175	353
Hamburg, Bremen, Lübeck .	—	48	48				
Reichslande	1	2	3	Summa	178	188	366
Andre deutsche Staaten . .	4	1	5				
	178	175	353				

Für Behörden wurden 290 Mineralöle, 42 fette Oele (Rüböle, Knochenöle und Gemische von Rüböl und Knochenöl), 5 Gemische von fetten Oelen und Mineralölen, 4 Proben Rindstalg, 1 konsistentes Fett, 1 Seilschmiere, 1 Schmierseife, 8 Petroleumproben, 1 getheertes Tau, 2 Putzöle, 2 Steinkohlentheeröle, 1 Leinölfirniß und 1 Wachsprobe untersucht.

Die für Private untersuchten Proben betrafen 184 Mineralöle, 31 fette Oele, 34 Gemische von fetten Oelen und Mineralölen, 4 konsistente Fette, 1 Paraffinschuppenprobe, 21 Petroleumproben, 5 Rohölproben, 2 Harzölproben, 1 Dachanstrichprobe, 1 Bleichpulver und 1 Erdölrückstand, 1 Steinkohlen- und 1 Kientheerprobe, 2 Vaselineproben, 4 Terpentinöle, 1 rohe Fettsäure und 1 Leinölfirniß.

Von Apparaten wurden 3 Flammpunktsprüfer und 2 Flüssigkeitsgradprüfer geprüft.

Gutachten wurden 2 für Behörden und 1 für Private ausgestellt.

Aus vorstehend genannten Untersuchungen ist Folgendes hervorzuheben:

Die bereits im letzten Jahresbericht angedeutete, in Rücksicht auf den letzten strengen Winter erfolgte Tieferlegung des Kältepunktes für die Eisenbahnwinteröle ist unter entsprechender Tieferlegung der Flammpunkts- und der Flüssigkeitsgradsgrenzen bereits für die Ausschreibungen des laufenden Jahres 1901 erfolgt. Hiernach müssen die Winteröle, sowohl im Anlieferungszustande als auch nach Erwärmen auf 50 C° und nach darauf folgendem ½stündigem Abkühlen auf 20 C° bei — 20 C° im 6 mm weiten U-Rohr noch mindestens 10 mm in einer Minute (bei 50 mm Wasserdruck) steigen.

Für eine Eisenbahndirektion wurden zum Vergleich Winteröle nicht nur im 6 mm, sondern auch im 15 mm weiten U-Rohr bei verschiedenen Wasserdrucken auf ihren Kältepunkt bei — 15 C° und — 20 C° geprüft.

4 Sorten Rohnaphta wurden auf ihre wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften, insbesondere auf ihren Gehalt an Benzin, Leuchtpetroleum, Schmieröl, Paraffin und Asphalt geprüft. Bei einem dieser Oele wurden Benzin und Leuchtpetroleum mittelst Wasserdampf abgetrieben und mittelst Säuren und Laugen raffinirt. Durch die Untersuchungen sollte eine genaue Beurtheilung der Verarbeitungsfähigkeit der Oele erlangt werden.

Ein weiteres Rohpetroleum wurde auf seine Verarbeitungsfähigkeit auf Schmieröle und die Verwendbarkeit der bei der Raffination abfallenden Säureharze untersucht. Die zunächst auf einem Glasapparat mit Abscheidern für Schmierölde stillate und kupfernem Dampfüberhitzer angestellten Destillirversuche veranlaßten, für spätere Versuche einen ganz aus Kupfer gearbeiteten Destillirapparat zu beschaffen, auf dem etwa 5 Liter Rohöl unter Dephlegmationskühlung der Benzin- und Petroleumdestillate und Destillation der Schmieröle mittelst Wasserdampf und Vakuum verarbeitet werden können.

4 Proben ungereinigter, petroleumartiger Erdöldestillate, die als Petroleum bezeichnet waren, wurden auf ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften und auf den Grad ihrer Reinigung geprüft. Sie erwiesen sich sämmtlich als ungereinigte, zum Theil noch schwefel- und stark benzinhaltige, unter 0 C° entflammende Petroleumdestillate.

2 Petroleumproben, ein kaukasisches Nobelpetroleum und ein amerikanisches Waterwhite wurden auf die Beeinflussung ihrer Farbe und des Ergebnisses der Raffinationsprobe (sog. Natronteſt, Charitschkoff, Chem. Revue über die Fett- und Harzindustrie 1896, S. 58) durch Sonnenlicht geprüft. Es zeigte sich, daß sowohl die Beurtheilung der Farbe als auch des Natronteſt von der Belichtung des Petroleums derart abhängig ist, daß das dem Sonnenlicht ausgesetzte Petroleum stark nachdunkelt und bei der Raffinationsprobe im Gegensatz zu seiner anfänglichen Beschaffenheit ein ungünstiges Ergebniß liefert. Sowohl die Farbenprüfung als die Raffinationsprobe nach Charitschkoff haben somit bei Petroleum nur relativen Werth.

2 schwere Harzöle, die als Isolirflüssigkeiten bei elektrischen Transformatoren dienten und von denen das eine im Gegensatz zum anderen bei sehr hoher Stromspannung ungenügende Isolirfähigkeit gezeigt haben sollte, wurden vergleichsweise auf ihre Reinheit geprüft. Beide Oele erwiesen sich, abgesehen von einem Gehalt an Spuren Wasser und Spuren anorganischer Verbindungen, als reine Harzöle, die nur im specifischen Gewicht, im Flüssigkeitsgrad und in der Brechungszahl unerheblich erscheinende kleine Unterschiede zeigten.

Die zur Untersuchung vorgelegte Seilschmiere war blauschwarz, roch nach Steinkohlentheeröl und enthielt neben letzterem harzsauren Kalk (Verunreinigungen, Eisen, Mangan u. s. w.), Harzöl, Fichtenharz, Mineralöl, als Beschwerungsstoff einige Procent Kalkthonerdesilikat. Die Schmiere zeigte also qualitativ die übliche Zusammensetzung von Wagenfetten.

Zwei Wagenschmieröle (Angebots- und Lieferungsprobe), bei deren Gebrauch die Arbeiter über heftige Hautreizungen durch verspritztes Oel klagten, wurden auf Zusammensetzung und Identität geprüft. Es zeigte sich, daß die Angebotsprobe zu 100 % schweres Steinkohlentheeröl, die Lieferungsprobe etwa 50 % von diesem Oel und 50 % eines pechartigen Stoffes enthielt. Das erstere Oel gab beim Erhitzen stark in den Augen brennende Dämpfe ab. Auch wurden von einem Beobachter beim Aufbringen des Oeles auf die Gesichtshaut erhebliche Reizerscheinungen beobachtet. Das dem Zeugniß angefügte Gutachten erstreckte sich nur auf die Beurtheilung der Uebereinstimmung der Angebots- und Lieferungsprobe.

Eine Probe Paraffinschuppen, welche von dem Einsender wegen zu hohen Oelgehalts beanstandet worden war, ergab bei der Prüfung nach dem Verfahren von Holde nicht weniger als 33,8 % Oel und nur 65,7 % Paraffin.

Ein nach Deutschland eingeführter Erdölrückstand wurde nach den bestehenden Zollvorschriften auf seine Zollpflichtigkeit geprüft und als zollfreier Rückstand anerkannt.

Die untersuchten Olivenöle, eines unbekannter Herkunft, ein anderes garantirt reines tunesisches Oel, zeigten Jodzahl von 89,8 bezw. 90,5, ohne daß sonstige fremde Zusätze zu beobachten gewesen wären.

Bei der Prüfung eines Rüböls zeigte sich die Gegenwart eines in Salzsäure mit rother Farbe löslichen Farbstoffes, der daher zur Vornahme der Baudouinschen Sesamölreaktion mit Zucker und Salzsäure erst entfernt werden mußte.

Ein anderes farbstofffreies Rüböl zeigte von vornherein schwach die Baudouinsche Reaktion. Da es sonst normale Eigenschaften zeigte, konnte nur ein Verdacht auf geringen Zusatz von Sesamöl ausgesprochen werden.

Ein als „raffinirtes Rüböl" zur Prüfung eingesandtes Oel bestand zu $^1/_3$ aus Mineralöl, zu $^2/_3$ aus Thran und pflanzlichem Oel (wahrscheinlich Sesamöl). Der Thrangeruch war durch Rosmarinöl verdeckt.

Im Auftrage eines Gerichts wurde ein Thürschließeröl, das als Hemmung gegen das Zurückschlagen der Thür dienen sollte, daraufhin untersucht, ob die beim Gebrauch des Thürschließers in starker Winterkälte beobachteten Versager auf das Dicker- oder Festwerden des Oeles in der Kälte zurückzuführen wären.

Die Untersuchung ergab, daß das Oel zwar bei starker Kälte noch flüssig blieb, aber für den vorliegenden Zweck noch zu dickflüssig erschien und deshalb eine zu starke Hemmung ausübte.

Ein Entfärbungspulverrückstand (Blutlaugensalzrückstand) wurde auf Gehalt an zurückgebliebenem Paraffin (35%), ein Bienenwachs auf Reinheit, 1 Kientheer auf Feuergefährlichkeit geprüft. 4 Terpentinöle wurden auf Feuergefährlichkeit und Eintrocknungsvermögen im Vergleich zu Gemischen mit Patentterpentinöl, 1 Tau auf Theergehalt, 1 Dachanstrich auf Zusammensetzung untersucht. Von den beiden Leinölfirnissen wurde der eine qualitativ auf fremde Zusätze und Eintrocknungsvermögen, der andere vollständig auf Zusammensetzung und daraufhin geprüft, ob er sogenannter gekochter oder ungekochter Firniß sei. Die Prüfung ergab im letzteren Falle eine so hohe Jodzahl (nahe bei 170), Gehalt an harzsaurem Blei und Mangan, sowie ein so niedriges specifisches Gewicht, daß der Firniß als sogenannter kalt bereiteter Firniß bezeichnet werden konnte.

Ueber die im letzten Betriebsjahr ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen ist Folgendes zu sagen:

Zwecks Abgabe von Gutachten über die Zollpflichtigkeit von harten pechartigen Rückständen der Fett- und Erdöldestillation wurde es erforderlich, zuverlässige chemische Unterschiede zwischen diesen beiden sich sehr ähnlichen Arten von Rückständen aufzufinden. Es gelang, in den Säure- und Esterzahlen der alkoholisch-ätherischen Extrakte der Peche, in der Säurezahl ihrer Destillate, sowie in dem Gehalt der Fettpeche an Kupfer bis zu einem gewissen Grade brauchbare Unterscheidungsmittel zwischen beiden Sorten von Rückständen aufzufinden.

Die gleichfalls zolltechnischen Zwecken dienende Zähigkeitsbestimmung der pechartigen Erdölrückstände bei + 45 C° wurde auf ihre Fehlerquellen hin eingehend geprüft.

In einer statistischen Zusammenstellung der bisher bei der Prüfung von Penskyschen Flammpunktsprobern ermittelten Ergebnisse wurden die Fehlerquellen und Normen für die Prüfung dieser Apparate aufgestellt.

Bei der Prüfung der als Rostschutzmittel für Waffen in großem Maßstab benutzten ziemlich theuren Knochenöle wurde es wegen der häufigen Verfälschungen dieser Oele mit Pflanzenölen nothwendig, Knochenöle in der Versuchsanstalt selbst herzustellen oder ihrer Herstellung in der Fabrik beizuwohnen, um die Eigenschaften zweifellos reiner Produkte kennen zu lernen. Im Verlaufe dieser Untersuchungen wurde im Cholesteringehalt der Knochenöle bezw. im Phytosteringehalt der Pflanzenöle der einzige in allen Fällen zuverlässige Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Gegenwart pflanzlicher Oele festgestellt.

Um auch bei Gegenwart beliebiger Mengen von Mineralölen über die Anwesenheit von Cholesterin und Phytosterin in fetten Oelen entscheiden zu können, wurde ein Verfahren zur Trennung der Hauptmenge des Mineralöls von Cholesterin bezw. Phytosterin durch Dampfdestillation und ein anderes Verfahren ausgearbeitet, bei dem durch Fällung des Oeles in ätherischer Lösung mittelst Alkohol das vorhandene Oel zum größten Theil von den höheren Alkoholen getrennt wurde.

Ueber alle vorstehenden Untersuchungen ist in den „Mittheilungen 1900" berichtet worden.

Studienreisen.

Die im Betriebsjahr von den Beamten ausgeführten Studien- und Dienstreisen, der Besuch der Pariser Weltausstellung und die Theilnahme an den Versammlungen technischer Vereine und an den Arbeiten des Internationalen und des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik wirkten außerordentlich anregend auf die Beamten.

Der Direktor nahm Theil an den Versammlungen des Vorstandes vom Internationalen Verbande für die Materialprüfungen der Technik in Zürich und Wien und als Vorsitzender an der Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in Rüdesheim. Er besuchte die Pariser Weltausstellung und in Gemeinschaft mit Ingenieur Heyn von der Versuchsanstalt die Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. Bei dieser Gelegenheit wurden noch folgende Werke besichtigt: Haniel & Lueg in Düsseldorf-Grafenberg, Alexander Dick & Co., Deutsche Delta-Metall-Gesellschaft und C. Heckmann, Kupfer- und Messingwerke, Duisburg-Hochfeld.

Der Abtheilungsvorsteher Professor Rudeloff besuchte die Weltausstellung in Paris zum Studium der Ausstellung auf dem Gebiet des Materialprüfungswesens. Sein ausführlicher Bericht, veröffentlicht in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleißes 1901, Heft 1, behandelt die Festigkeitsprobirmaschinen für Metalle und Seile, Sondereinrichtungen für Härteprüfungen zur Prüfung von Mörtelmaterialien, Gesteinen, Textilwaaren und Oelprobirmaschinen; ferner auf dem Gebiet der Materialienkunde die Eigenschaften und die Verwendung von Nickelstahl und Chromstahl sowie nahtlose Hohlkörper.

Auf der Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik im September 1900 in Rüdesheim hielt Professor Rudeloff einen Vortrag: „Der heutige Stand der Holzuntersuchungen", der in der „Baumaterialienkunde 1900", Heft 19—22, veröffentlicht ist.

Zum Studium des Hochofenbetriebes, sowie der Hütten- und Walzprozesse wurde dem ständigen Mitarbeiter in der Abtheilung für Metallprüfung, Stock, Gelegenheit gegeben, die Bergwerks- und Hochofenanlagen zu Gr. Ilsede zu besuchen und sich längere Zeit auf dem Peiner Walzwerk aufzuhalten.

Bei Gelegenheit des Besuches der Weltausstellung in Paris hat der Abtheilungsvorsteher Gary auch eine Reihe der hervorragendsten Gipsbrüche und Gipsfabriken im Becken von Paris besucht, und über das Gesehene einen Bericht erstattet, der in dem Heft 1 der „Mittheilungen 1901" veröffentlicht ist. Der Abtheilungsvorsteher Gary nahm ferner an der Tagung des „Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik" in Rüdesheim Theil, wo die unter seiner Obmannschaft arbeitende Kommission endgiltige Beschlüsse über die Vereinheitlichung der Traßprüfung vorlegte, die vom Verbande angenommen wurden.

Weitere Dienstreisen hat der Abtheilungsvorsteher im Zusammenhange mit auszuführenden Versuchen vorgenommen, und zwar in die Gipsbrüche und Gipsfabriken zu Sperenberg, Inowrazlaw, Lüneburg, Mannheim-Obrigheim, Kochel-München, Walkenried und Osterode.

Zwei Gerichtstermine führten den Abtheilungsvorsteher nach Bromberg und nach Insterburg und ein Streitfall, in dem es sich um große Lieferungen deutschen Cementes nach Südamerika handelte, in die Cementfabriken zu Hemmoor und Itzehoe.

Der Abtheilungsvorsteher Herzberg besuchte 1900 die Weltausstellung in Paris.

Unter Aufsicht des ständigen Mitarbeiters Dalén wurden in der Rheinischen Papierfabrik Neuß rein leinene und rein baumwollene Abfälle zu Papierstoff vermahlen, um einwandfreie Muster reiner Stoffe für die Zwecke der mikroskopischen Papierprüfung und für mikrophotographische Aufnahmen zu gewinnen. Die Proben wurden in verschiedenen Stadien der Mahlung aus dem Holländer entnommen.

Herr Dalén benutzte die Reise gleichzeitig zum Besuch der Zanderschen Papierfabrik in Berg.-Gladbach, der Konditionirungsanstalt in Aachen und Krefeld und der optischen Werkstätten von Carl Zeiß in Jena.

Der Abtheilungsvorsteher Dr. Holde besuchte die Mineralöl-Raffinerie von F. Saigge in Peine sowie die bei Wietze betriebenen interessanten Erdölbohrungen, welche seit etwa 2 Jahren in außerordentlich ausgiebiger Weise ein schweres Erdöl fördern. In Verbindung mit diesem Besuch nahm Dr. Holde Ende Mai an der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Chemiker in Hannover Theil, und im Oktober besuchte er die Weltausstellung von Paris, um dort die Ausstellungen der Petroleum- und Schmiermittel-Industrie zu studiren.

Ein ausführlicher Bericht über die Petroleum-Industrie auf der Weltausstellung ist von ihm in der „Zeitschrift für angewandte Chemie" 1900, S. 1200, veröffentlicht worden.

An der Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik nahm Dr. Holde Theil und legte als Obmann einer Kommission deren Beschlüsse über die Grundsätze für die Prüfung von Mineralschmierölen vor.

Den industriellen Werken und den Anstalten, welche die Beamten der Versuchsanstalt in freundlicher und entgegenkommender Weise bei ihren Studien förderten, ist an dieser Stelle nochmals der Dank der Anstalt auszusprechen. Der persönliche Verkehr der Beamten der Anstalt mit den Vertretern der Industrie kann nur fördernd auf die Arbeiten der Anstalt wirken.

B. Chemisch-technische Versuchsanstalt.

Die Thätigkeit der Chemiker wurde durch folgende umfangreiche Arbeiten in Anspruch genommen:

1. Versuche über die Bestimmung der Menge Acetylen, welche aus Calciumcarbid entwickelt wird.
2. Versuche über die Explosionsfähigkeit von Benzindämpfen.

Außer diesen Untersuchungen wurden in dem genannten Etatsjahre 693 Analysen erledigt.

Von diesen entfallen:

auf Reichsbehörden	56
„ Staatsbehörden	163
„ Private	474

und zwar klassificiren sich dieselben nach Art der Materie wie folgt:

A. Anorganische Materien.

Metalle und Metall-Legirungen	224
Erze, Mineralien, Schlacken, Oxyde	63
Sand, Sandstein, Thon, Ziegelsteine	18
Kalkstein, Kalk, Cement, Mörtel	22
Wasser, Soolen, Salze, Säuren	76
Mineralfarben	16
Calciumcarbid	8
Summa	427.

Von den 224 Analysen von Metallen und Metall-Legirungen entfallen auf

Eisen, Stahl und Stahl-Legirungen	128
Kupfer	6
Zinn	4
Zink	4
Messing	8
Bronze	29
Andere Metalle	13
Andere Metall-Legirungen	32

B. Organische Materien.

Fette, fette Oele, Mineralöle, Theer, Asphalt	70
Brennmaterialien (Kohlen, Briketts, Koks)	97
Andere organische Stoffe (Seife, Papier, Spiritus 2c.)	73
Sprengstoffe	6
Summa	246.

C. Tinten.

der Klasse I angehörend	19
„ „ II „	1
Summa	20.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIX. Jahrgang. 1901. Viertes Heft.

1. Bericht über die beim Arbeiten mit drei Schopperschen Falzern gesammelten Erfahrungen.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Zweck des Falzers.

Der Zweck des Falzers ist, diejenigen Eigenschaften des Papiers auf mechanischem Wege festzustellen, die zur Zeit durch die Prüfung auf Widerstand gegen Zerknittern mit der Hand ermittelt werden. Dies geschieht dadurch, daß Probestreifen in ein geschlitztes Blech eingelegt, durch Hin- und Herbewegen an derselben Stelle gefalzt und die Anzahl Falzungen, welche die Streifen bei bestimmter Zugbeanspruchung bis zum Bruch aushalten, festgestellt werden.

Beschreibung des Falzers.

Der Falzer, von dem Figur 1 Vorderansicht und Grundriß zeigt, hat ein dünnes, zur Aufnahme des Probestreifens mit einem Schlitz versehenes Stahlblech (Schieber), das sich zwischen zwei Paar leicht drehbaren Rollen bewegt. Die Rollenpaare sind in den Lagerstücken (12) angebracht und werden durch Klemmschrauben in bestimmter Entfernung von dem Schieberblech festgehalten; die an den Lagerstücken befindlichen Spiralfedern haben nur den Zweck, das genaue Einstellen der Rollenpaare zu erleichtern[1]). Senkrecht zu dem Stahlblech befinden sich die Einspannklemmen (7), die mit ihren pyramidenförmig zugespitzten Verlängerungen in die entsprechend geformten Oeffnungen der Hülsen (3) hineinragen. In diesen Hülsen befinden sich die zum Spannen des Probestreifens dienenden Spiralfedern. Durch Anziehen der Schrauben (4) kann die Spannung der Spiralfedern erhöht werden. Die jeweilige Spannung wird durch den Stand eines kleinen Stiftes über einer auf der Hülse (3) vorhandenen Theilung angegeben.

Die Hülsen (3) sind in den Haltern (2) beweglich und werden, wenn die Stifte (5) gehoben sind, mittelst der Spiralfedern (6) so weit gegeneinander geführt, daß die Einspannlänge richtig wird. Nach dem Einspannen des Probestreifens wird durch Herausziehen der Hülsen (3) bis zum Einschnappen der Stifte (5) dem Probestreifen eine kleine Spannung

[1]) Ursprünglich war es die Absicht des Erbauers, die Rollen während der Prüfung mittelst der Spiralfedern gegen den Schieber bezw. das Papier zu pressen, aber nachdem die Erfahrungen mit dem ersten Falzer gezeigt hatten, daß die Lagerstücke verhältnißmäßig stark der Abnutzung ausgesetzt sind, und die Beweglichkeit der Rollenpaare außerdem den Bau und die Wirkungsweise des Falzers verwickelter macht, ist bei den folgenden Apparaten von beweglichen Rollenpaaren Abstand genommen worden.

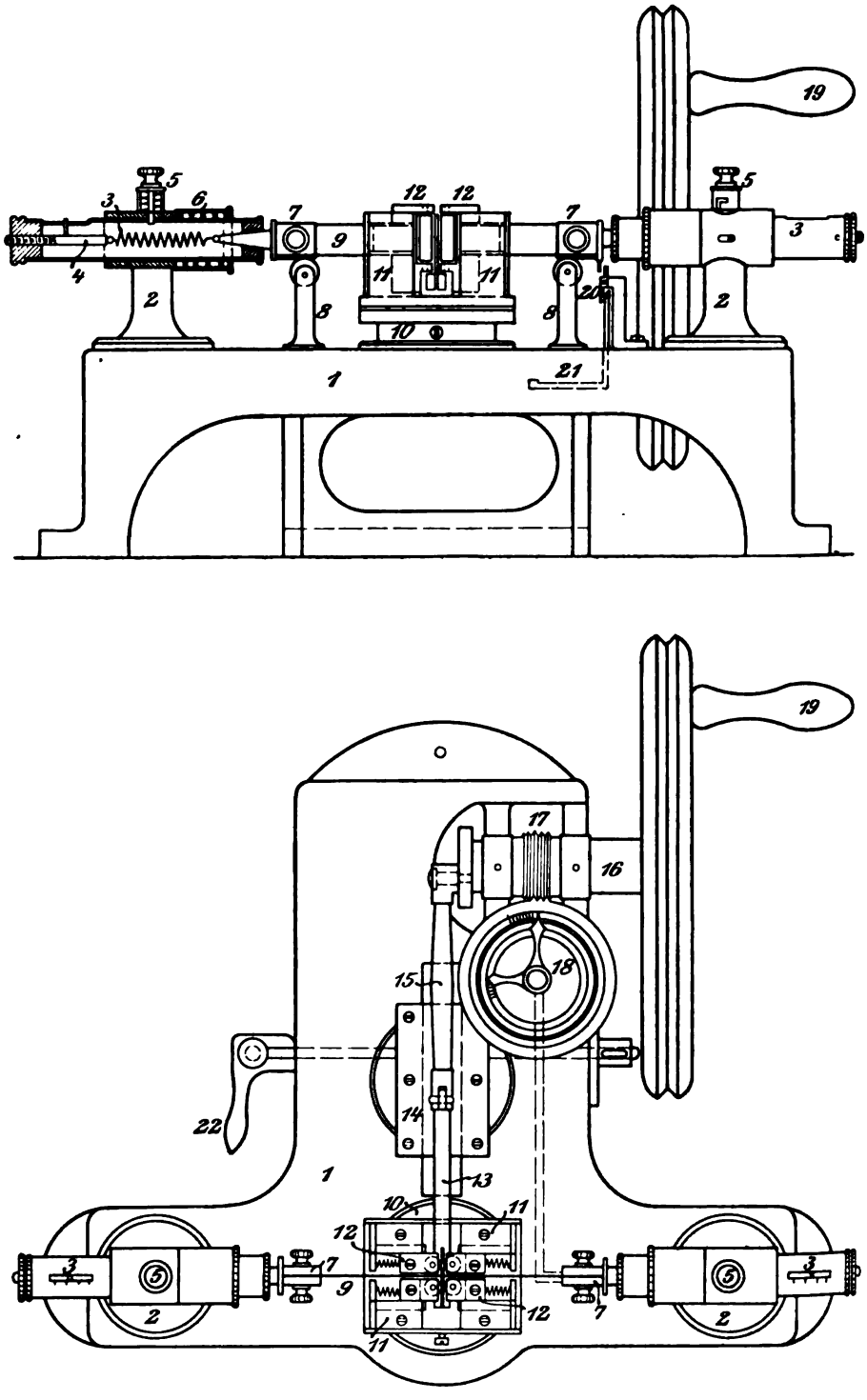


Fig. 1. Vorderansicht und Grundriß des Schopperschen Falzers.

ertheilt und die freie Beweglichkeit der Klemmen bewirkt. Um während des Versuches das Herunterſinken der Klemmen zu verhindern, werden letztere durch Rollen (8) geſtützt.

Die Anzahl der Hin- und Herfalzungen wird vom Zählrad (18) angezeigt. Das Zählrad iſt durch den Hebel (21) mit dem Drücker (20) verbunden und wird beim Reißen des Streifens durch das Zurückprallen der rechten Klemme ſelbſtthätig ausgelöſt.

Die Nulllage des Schiebers für das Einſpannen des Streifens wird beim Umlegen des Hebels (22) durch das Einſchnappen des Hebelſtiftes in ein auf dem Antriebrad befindliches Loch gegeben.

Die Verſuche werden in folgender Weiſe ausgeführt:

1. Der Fanghebel (22) wird zurückgeſchlagen und das Antriebrad gedreht, bis der Stift einſchnappt.

2. Die Fangſtifte (5) werden gehoben, wodurch die Klemmen die für das Einſpannen beſtimmte Lage einnehmen.

3. Der Probeſtreifen wird in den Schlitz und in die Klemmenöffnungen hineingelaſſen, und die Klemmſchrauben werden feſt angezogen.

4. Die Hülſen (3) werden ſo weit nach außen gezogen, bis die Stifte (5) einſchnappen.

5. Das Zählrad (18) wird auf 0 eingeſtellt und eingerückt.

6. Das Antriebsrad wird durch Anziehen des Hebels (22) gelöſt und dann gleichmäßig mit 100 bis 120 Umdrehungen in der Minute ſo lange gedreht, bis der Bruch eintritt.

7. Die Anzahl Falzungen wird auf dem Zählrad abgeleſen und vermerkt.

Die Apparate ſind dreimal geprüft worden. Das erſte Mal nach dem Eingang, das zweite Mal, nachdem ſie ein Jahr, das dritte Mal, nachdem ſie zwei Jahre benutzt worden waren.

Die Prüfung hat ſich auf folgende Punkte erſtreckt:

a) Beſtimmung der Spannung der Federn für die Einſpannklemmen.

b) Feſtſtellung der Abmeſſungen der wirkſamen Theile.

c) Feſtſtellung der Parallelität der Schlitzränder und der Rollen.

d) Prüfung der mechaniſchen Ausführung des geſammten Apparates, inſofern Mängel derſelben Einfluß auf die Gleichmäßigkeit und Zuverläſſigkeit der Verſuchsergebniſſe haben können.

e) Ermittelung der Abnutzung der wirkſamen Theile.

f) Die annähernde Ermittelung des Einfluſſes wechſelnder Spannung der Federn für die Einſpannklemmen und wechſelnder Entfernung der Rollen vom Schieberblech, ſowie die Beſtimmung des Einfluſſes wechſelnder Arbeitsgeſchwindigkeit auf die Prüfungsergebniſſe.

I. Prüfung der Falzer.

a) Beſtimmung der Spannung der Federn für die Einſpannklemmen.

Durch Einſpannen eines Streifens und Bewegung des Schiebers wurde zunächſt die innerſte und äußerſte Stellung der Klemmen ermittelt und dieſe Stellung durch einen feinen Riß auf den pyramidenförmigen Verlängerungen der Klemmen gekennzeichnet. Dann wurden die Hülſenhalter von der Grundplatte entfernt und an einem Ständer ſo angebracht, daß die Klemmen durch Anhängung von Gewichten belaſtet werden konnten. In Tabelle 1 ſind die Gewichte (einſchließlich des Eigengewichtes der Klemme) aufgeführt, die nöthig waren, um die Klemmen ſo weit aus der Hülſe zu ziehen, wie vorher bei Ermittelung der innerſten und

Tabelle 1. Prüfung der Federn für die Einspannklemmen.

Falzer Nr.	Versuch im Jahre	Stellung des Zeigers über dem Maßstab	linke Feder: Belastung in g, äußere Lage: a[1]	linke Feder: Belastung in g, innere Lage: b[2]	linke Feder: Unterschied a—b in g	rechte Feder: Belastung in g, äußere Lage	rechte Feder: Belastung in g, innere Lage	rechte Feder: Unterschied a—b in g	Abweichung der Zeigerangaben von der direkten Belastung: linke Feder	Abweichung der Zeigerangaben von der direkten Belastung: rechte Feder
			Mittel aus 5 Versuchen			Mittel aus 5 Versuchen				
I	1898	700	717	492	225	712	487	225	— 17	— 12
	1899		701	478	223	701	477	224	— 1	— 1
	1900		697	470	227	695	466	229	+ 3	+ 5
	1898	800	816	593	223	818	595	223	— 16	— 18
	1899		800	574	226	808	585	223	± 0	— 8
	1900		797	570	227	803	575	228	+ 3	— 3
	1898	900	918	695	223	919	694	225	— 18	— 19
	1899		903	676	227	910	685	225	— 3	— 10
	1900		900	670	230	905	674	231	± 0	— 5
	1898	1000	1016	793	223	1019	794	225	— 16	— 19
	1899		1001	776	225	1010	785	225	— 1	— 10
	1900		999	770	229	1005	775	230	+ 1	— 5
II	1898	700	733	497	236	737	500	237	— 33	— 37
	1899		715	470	245	729	480	249	— 15	— 29
	1900		709	470	239	715	480	235	— 9	— 15
	1898	800	828	596	232	837	607	230	— 28	— 37
	1899		813	571	242	825	590	235	— 13	— 25
	1900		806	569	237	810	585	225	— 6	— 10
	1898	900	929	695	234	934	703	231	— 29	— 34
	1899		912	670	242	923	686	237	— 12	— 23
	1900		905	671	234	908	685	223	— 5	— 8
	1898	1000	1032	797	235	1032	800	232	— 32	— 32
	1899		1014	772	242	1020	785	235	— 14	— 20
	1900		1010	770	240	1005	783	222	— 10	— 5
III	1898	700	740	513	227	737	512	225	— 40	— 37
	1899		722	500	222	715	490	225	— 22	— 15
	1900		714	490	224	710	486	224	— 14	— 10
	1898	800	840	616	224	838	613	225	— 40	— 38
	1899		824	600	224	820	593	227	— 24	— 20
	1900		819	595	224	813	586	227	— 19	— 13
	1898	900	940	718	222	937	713	224	— 40	— 37
	1899		925	702	223	920	695	225	— 25	— 20
	1900		920	700	220	915	690	225	— 20	— 15
	1898	1000	1040	818	222	1037	807	230	— 40	— 37
	1899		1025	803	222	1015	790	225	— 25	— 15
	1900		1020	800	220	1011	785	226	— 20	— 11

[1]) a = Die Lage, in der die Klemme am weitesten aus der Hülse heraustritt.
[2]) b = „ „ „ „ „ „ „ wenigsten „ „ „ „

äußersten Lage der Klemmen. Die Belastung ist bei jeder Stufe fünf Mal wiederholt worden und der Zeiger über dem Maßstabe nach jeder Versuchsreihe von neuem eingestellt.

Die Abweichungen der Zeigerangaben von den direkten Belastungen haben sich, wie aus der Tabelle hervorgeht, zwischen den einzelnen Prüfungen merkbar verändert und zwar so, daß für alle drei Apparate die bei den später ausgeführten Prüfungen gefundenen Abweichungen von den Zeigerangaben kleiner sind als bei den früheren. Da die Spannkraft der Federn,

wie aus dem Unterschied a—b in der Tabelle hervorgeht, unverändert ist, so kann diese Aenderung nur dadurch erklärt werden, daß die ursprünglich etwas zu stark gespannten Federn durch Abnutzung der Haken und Ringe an den Befestigungsstellen sich etwas mehr zusammenziehen können, als es zu Anfang der Fall war, wodurch die Anfangsspannung der Federn eine geringere wird. Geringe Abnutzung an den Befestigungsstellen der Federn ist auch mit dem Auge direkt wahrzunehmen. Da ein Gramm Belastungszunahme etwa 0,035 mm Verlängerung der Federn entspricht, so berechnet sich die bis jetzt eingetretene Abnutzung auf durchschnittlich 0,7 mm. Diese Aenderungen werden natürlich mit der Zeit weiter zunehmen, die Federn müssen deshalb von Zeit zu Zeit geprüft werden, und die etwaigen Fehler mittelst der an den Klemmenhülsen befindlichen Stellschrauben ausgeglichen werden. Zu berücksichtigen ist, daß die in der Versuchsanstalt benutzten drei Apparate während der Prüfungszeit absichtlich außergewöhnlich starken Beanspruchungen ausgesetzt worden sind. Die hier stattgefundene Abnutzung kann deshalb nicht als maßgebend für den gewöhnlichen Gebrauch angenommen werden. Durch Verwendung besser geeigneten Materials und anderer Abmessungen der Befestigungsvorrichtung dürfte dem erwähnten Mangel der Apparate so weit abgeholfen werden können, daß der Ausgleich der durch die Abnutzung entstandenen Fehler erst nach mehreren Jahren nöthig wird.

Der Unterschied der Spannung bei der äußeren und inneren Lage beträgt im Durchschnitt

für Apparat	linke Feder	rechte Feder
I	226 g	226 g
II	238 „	233 „
III	223 „	226 „

Die Federn der Apparate I und III stimmen sonst gut miteinander überein, die des Apparates II zeigen dagegen etwa 10 g mehr an. Auf die Prüfungsergebnisse scheint jedoch diese Abweichung, wie aus den folgenden Zusammenstellungen hervorgeht, keinen erheblichen Einfluß ausgeübt zu haben. Unterschiede in der Anfangsspannung der rechten und linken Feder desselben Apparates verschwinden beim Prüfen von Papier, weil sich die beiden Klemmen dann von selbst so einstellen, daß die Spannung auf beiden Seiten des Probestreifens gleich wird.

Die bei jeder Prüfung der Federn gefundenen Abweichungen wurden, ehe zur Prüfung von Papier übergegangen wurde, ausgeglichen, so daß die Spannung bei der äußersten Lage der Klemmen möglichst genau 1000 g betrug.

b) Feststellung der Abmessungen der wirksamen Theile.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

c) Die Feststellung der Parallelität der Schlitzränder und der Rollen erfolgte nach Entfernung der Einspannvorrichtung durch wiederholtes Zielen gegen das Tageslicht durch die an den Schlitzen und Rollen gebildeten Oeffnungen. Abweichungen von der parallelen Lage konnten nicht wahrgenommen werden.

d) Prüfung der mechanischen Ausführung der Falzer.

Mängel in der mechanischen Ausführung, die zu fehlerhaften Prüfungsergebnissen führen können, sind nicht entdeckt worden. Wünschenswerth für die bequeme Handhabung des Apparates wäre das Anbringen größerer Muttern an den Schrauben der Einspannklemmen; bei den jetzt vorhandenen ist das Einspannen ziemlich anstrengend.

e) Ermittelung der Abnutzung der wirksamen Theile.

Abgesehen von der schon erwähnten Abnutzung der Klemmfederhaken ist an den wirksamen Theilen der Falzer keine Abnutzung bemerkt worden. An den Excenterzapfen ist dagegen durch

Tabelle 2. **Abmessungen der wirksamen Theile der Falzer.**

Bezeichnung der gemessenen Theile	Falzer I	Falzer II	Falzer III	
Durchmesser der Rollen				
vordere linke Rolle	5,99	5,98	5,97	mm
hintere „ „	5,98	5,98	5,97	„
vordere rechte „	5,98	5,98	5,97	„
hintere „ „	5,98	5,98	5,96	„
Entfernung der Rollen im Rollenpaar				
linkes Rollenpaar	6,50	6,50	6,50	„
rechtes „	6,50	6,50	6,50	„
Hub der Einspannklemmen				
linke Klemme	7,7	7,9	7,9	„
rechte „	7,9	8,1	8,0	„
Gewicht der Klemmen				
linke Klemme	40,7	40,7	41,1	g
rechte „	40,8	41,0	40,9	„
Freie Einspannlänge	90,0	90,0	90,0	mm
Hub des Schiebers	20,0	20,5	19,9	„
Dicke des Schiebers	0,45	0,45	0,45	„
Breite der Schlitzöffnung	0,48	0,48	0,48	„

Abnutzung etwas todter Gang entstanden. Auf die Prüfungsergebnisse dürfte dies jedoch keinen merkbaren Einfluß haben.

Mit Rücksicht auf die während der Prüfungszeit außerordentlich große Inanspruchnahme der Apparate sind die Zapfen der Rollen etwa alle zwei Monate gereinigt und frisch geölt worden. Es wurde kein Unterschied in den Ergebnissen kurz vor und nach dem Oelen wahrgenommen. Bei gewöhnlicher Beanspruchung dürfte es deshalb genügen, wenn die Rollenzapfen etwa alle halbe Jahre gereinigt und geölt werden. Das für die Rollen zu verwendende Oel dürfte zweckmäßig vom Erbauer des Apparates bezogen werden. Für die übrigen Reibflächen der Falzer kann ein beliebiges gutes Schmieröl verwendet werden.

f) Feststellung des Einflusses wechselnder Spannung der Federn für die Einspannklemmen und verschiedener Entfernung der Rollenpaare vom Schieber, sowie des Einflusses wechselnder Arbeitsgeschwindigkeit.

Die Bestimmung erfolgte durch die Prüfung einer Anzahl Papiere; sie bezweckte nicht, die etwaige gesetzmäßige Abhängigkeit der Falzungszahl von der Klemmenspannung u. s. w. festzustellen, sondern sie sollte annähernd zeigen, welche Fehler in den Prüfungsergebnissen zu erwarten sind bei kleinen, zum Theil unvermeidlichen Abweichungen in der Federspannung und in den Abmessungen, sowie durch verschiedene Versuchsausführung.

Der Einfluß der Spannung der Klemmfedern ist aus Tab. 3 und Fig. 2, die sich auf die Prüfung von 9 Papieren beziehen, ersichtlich.

Wie die Tabelle zeigt, steigen die Falzwerthe bei abnehmender Spannung sehr schnell. Als Durchschnitt für die Mittelwerthe aus Maschinen- und Querrichtung würde die Aenderung der Falzzahl in der Nähe der Spannungsstufe 1000 g etwa 1% für jedes Gramm Spannungsänderung betragen.

Da das genaue Innehalten der bestimmten Entfernung der Rollenpaare vom Schieber bis auf $^1/_{100}$ mm keine Schwierigkeit bietet, so sind nur wenige Papiere und diese nur bei zwei verschiedenen Entfernungen geprüft worden. Wie aus der Tab. 4 ersichtlich, ist die

Tabelle 3. Einfluß der Spannung der Klemmenfedern.

Bezeichnung der Papiere	Anzahl Falzungen bei der Federspannung											
	1000 g	900 g	800 g	700 g	1000 g	900 g	800 g	700 g	1000 g	900 g	800 g	700 g
	Maschinenrichtung				Querrichtung				Mittel			
A	**2** *100*	**3** *150*	**5,2** *260*	**7,2** *360*	**2,6** *100*	**3** *115*	**6,8** *262*	**7,8** *300*	**2,3** *100*	**3** *130*	**6** *261*	**7,5** *326*
B	**3,3** *100*	**3,2** *97*	**5,8** *176*	**8,0** *242*	**4,4** *100*	**7,1** *161*	**12,6** *286*	**19,6** *445*	**3,9** *100*	**5,2** *133*	**9,2** *236*	**13,8** *354*
C	**18** *100*	**34** *189*	**61** *339*	**69** *383*	**17** *100*	**21** *124*	**30** *176*	**49** *288*	**18** *100*	**28** *156*	**46** *256*	**59** *328*
D	**89** *100*	**102** *262*	**170** *436*	**399** *1023*	**15** *100*	**35** *233*	**42** *280*	**87** *580*	**27** *100*	**69** *256*	**106** *393*	**243** *900*
E	**61** *100*	**146** *239*	**299** *490*	**536** *879*	**17** *100*	**28** *165*	**73** *429*	**119** *700*	**39** *100*	**87** *223*	**186** *477*	**328** *841*
F	**29** *100*	**51** *176*	**117** *403*	**283** *976*	**51** *100*	**90** *176*	**161** *316*	**397** *778*	**40** *100*	**71** *178*	**139** *348*	**340** *850*
G	**72** *100*	**183** *254*	**450** *625*	**1046** *1453*	**45** *100*	**80** *178*	**214** *476*	**385** *856*	**59** *100*	**132** *224*	**332** *563*	**716** *1214*
H	**78** *100*	**112** *153*	**186** *255*	**306** *419*	**58** *100*	**87** *150*	**174** *300*	**259** *447*	**66** *100*	**100** *152*	**180** *273*	**283** *429*
I	**168** *100*	**459** *273*	**1004** *598*	**1750** *1042*	**218** *100*	**588** *270*	**925** *424*	**1602** *735*	**193** *100*	**524** *272*	**965** *500*	**1676** *868*
Mittel	**52** *100*	**121** *233*	**255** *490*	**489** *940*	**48** *100*	**104** *217*	**182** *379*	**325** *677*	**50** *100*	**113** *226*	**219** *438*	**407** *814*

Tabelle 4. Einfluß der Entfernung der Rollenpaare vom Schieberblech.

Bezeichnung der Papiere	Anzahl Doppelfalzungen					
	Maschinenrichtung		Querrichtung		Mittel	
	Entfernung der Rollen vom Schieberblech in mm					
	0,33	0,54	0,33	0,54	0,33	0,54
A	**2** *100*	**2,2** *110*	**2,6** *100*	**2,2** *85*	**2,3** *100*	**2,2** *96*
D	**89** *100*	**68** *162*	**15** *100*	**15** *100*	**27** *100*	**39** *144*
E	**61** *100*	**81** *133*	**17** *100*	**21** *124*	**39** *100*	**51** *131*
F	**29** *100*	**37** *128*	**51** *100*	**52** *102*	**40** *100*	**45** *113*
G	**72** *100*	**117** *163*	**45** *100*	**54** *120*	**59** *100*	**86** *146*
I	**168** *100*	**235** *140*	**218** *100*	**267** *122*	**193** *100*	**251** *130*
Mittel	**62** *100*	**89** *144*	**58** *100*	**69** *119*	**60** *100*	**79** *132*

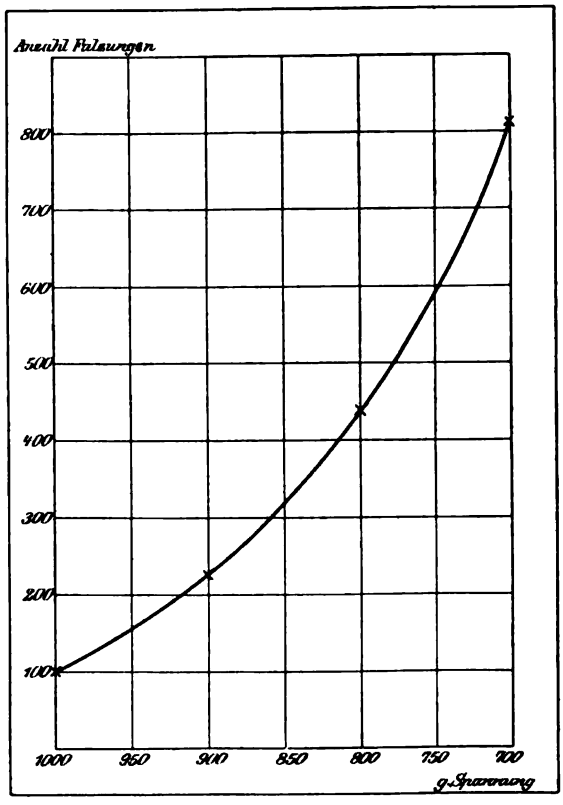


Fig. 2. Einfluß der Spannung der Klemmfedern.

Aenderung in der Falzzahl von keiner Bedeutung, wenn man berücksichtigt, daß nur Abweichungen bis zu $^1/_{100}$ mm in Frage kommen; sie würde z. B. für $^1/_{100}$ mm nur etwa 1,5 % betragen.

Um den Einfluß der Geschwindigkeit bei der Versuchsausführung festzustellen, wurden von 6 Papieren je 10 Streifen in Maschinen- und Querrichtung bei 7 verschiedenen Geschwindigkeiten geprüft. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 und Fig. 3 zusammengestellt.

Obschon die Anzahl der geprüften Papiere zu gering ist, um einen gesetzmäßigen Einfluß der Geschwindigkeit feststellen zu können, so dürfte sie doch genügen, um zu zeigen, daß ein solcher Einfluß, wenn er auch gering ist, vorhanden ist, und daß man somit bei der Prüfung auf Innehaltung einer einigermaßen gleichbleibenden Geschwindigkeit achten muß.

Tabelle 5. **Einfluß der Geschwindigkeit.**

Bezeichnung der Papiere	Anzahl Falzungen in der Minute (Mittel aus 10 Versuchen in jeder Richtung)																								
	Maschinenrichtung							Querrichtung							Mittel										
	45	60	80	100	115	130	190	45	60	80	100	115	130	190	45	60	80	100	115	130	190				
A 1	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**				
	100	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*				
D 1	**40**	**38**	**49**	**43**	**46**	**45**	**44**	**14**	**16**	**17**	**16**	**15**	**14**	**13**	**27**	**27**	**33**	**30**	**31**	**30**	**29**				
	87	*83*	*107*	*93*	*100*	*98*	*96*	*93*	*107*	*113*	*107*	*100*	*93*	*87*	*87*	*87*	*106*	*97*	*100*	*97*	*94*				
E 1	**60**	**69**	**95**	**88**	**72**	**68**	**63**	**21**	**25**	**27**	**23**	**23**	**21**	**23**	**41**	**47**	**61**	**56**	**48**	**45**	**43**				
	83	*96*	*132*	*122*	*100*	*94*	*88*	*91*	*109*	*117*	*100*	*100*	*91*	*100*	*85*	*98*	*127*	*117*	*100*	*94*	*90*				
F 1	**40**	**43**	**45**	**40**	**40**	**37**	**35**	**43**	**44**	**54**	**48**	**48**	**50**	**42**	**42**	**44**	**50**	**44**	**44**	**44**	**39**				
	100	*108*	*113*	*100*	*100*	*93*	*88*	*90*	*92*	*113*	*100*	*100*	*104*	*88*	*95*	*100*	*114*	*100*	*100*	*100*	*89*				
G 1	**116**	**110**	**123**	**123**	**110**	**118**	**103**	**39**	**37**	**47**	**37**	**40**	**42**	**34**	**78**	**74**	**85**	**80**	**75**	**80**	**69**				
	105	*100*	*112*	*112*	*100*	*107*	*94*	*98*	*93*	*118*	*93*	*100*	*105*	*85*	*104*	*99*	*113*	*107*	*100*	*107*	*92*				
I 1	**183**	**192**	**281**	**222**	**245**	**197**	**185**	**294**	**225**	**250**	**276**	**235**	**240**	**220**	**239**	**221**	**266**	**249**	**240**	**219**	**203**				
	75	*78*	*115*	*91*	*100*	*80*	*76*	*125*	*109*	*106*	*117*	*100*	*102*	*94*	*100*	*93*	*111*	*104*	*100*	*91*	*85*				
Mittel	**74**	**76**	**99**	**86**	**86**	**78**	**72**	**69**	**63**	**66**	**67**	**61**	**62**	**56**	**72**	**70**	**83**	**77**	**73**	**70**	**64**				
	86	*88*	*115*	*100*	*100*	*91*	*84*	*113*	*103*	*108*	*110*	*100*	*102*	*92*	*99*	*96*	*114*	*105*	*100*	*96*	*88*				

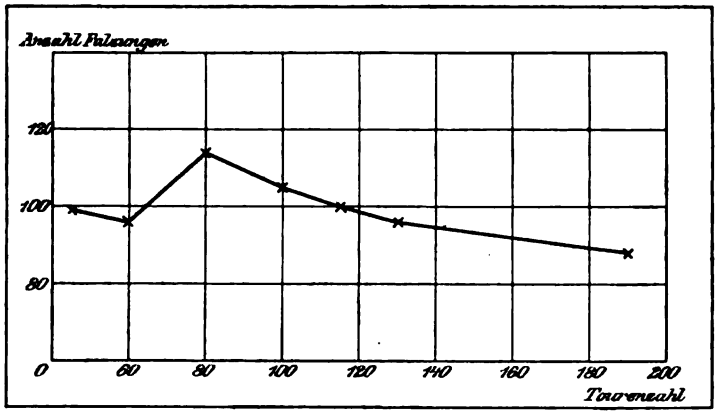


Fig. 3. Einfluß der Geschwindigkeit.

II. Prüfung des Verfahrens.

Um die Verwendbarkeit des vorgeschlagenen Prüfungsverfahrens zu erproben, war es nöthig, festzustellen

1. ob die mit verschiedenen Falzern der hier in Frage kommenden Bauart gewonnenen Ergebnisse unter einander genügend übereinstimmen,

2. welche Stufeneintheilung der Falzwerthe der jetzt bei der Handknitterung verwendeten Stufeneintheilung am nächsten kommt,

3. ob die mit den Falzern gewonnenen Ergebnisse Papiere, die trotz genügender Reißlänge und Dehnung spröde und brüchig sind, mit gleicher Sicherheit wie die Handknitterung erkennen lassen.

Um genügendes Material für die Beantwortung dieser Fragen zu bekommen, wurden 918 Papiere von allen Widerstandsstufen geprüft. Für die vergleichende Prüfung der drei Apparate gegeneinander (Frage 1) sind 450 Papiere gleichzeitig mit allen Apparaten geprüft; für die übrigen Versuche wurde für jedes Papier nur ein Apparat benutzt.

Als Material diente in den meisten Fällen Papier von den laufenden Anträgen, nur bei einigen Widerstandsstufen, von denen während der Prüfungszeit wenige Papiere einliefen, mußte auf ältere Papiere zurückgegriffen werden.

Da, wie schon bei der Prüfung der rein mechanischen Eigenschaften erwiesen, die absolute Höhe der ermittelten Werthe mehr oder weniger von Klemmenspannung und Entfernung der Rollen vom Schieber abhängig ist, so mußten, ehe zur eigentlichen Prüfung übergegangen wurde, diese Bedingungen festgestellt werden.

Für die Federspannung waren vom Erbauer 4 Stufen und zwar 1000, 900, 800 und 700 g vorgesehen. Nachdem einige Vorversuche gezeigt hatten, daß bei der Wahl von kleineren Spannungen sehr hohe Zahlenwerthe erhalten werden, wodurch die Versuche sich sehr in die Länge ziehen würden, wurde die höchste auf den Apparaten zulässige Spannung: 1000 g, gewählt. Daß höhere Spannungen nicht in Frage kommen können, hat sich im Laufe der ausgeführten Prüfungen ergeben. Die zu der niedrigsten Widerstandsstufe gehörenden Papiere halten nur 1—2 Falzungen aus. Auch der Umstand, daß man öfters in die Lage kommt, Papiere zu prüfen, deren Bruchbelastung nur unbedeutend über 1 kg beträgt, ließ es wünschenswerth erscheinen, die Spannung nicht höher zu wählen. Durch das vom Erbauer

in der ersten veröffentlichten Beschreibung des Apparates (Papierzeitung Nr. 56, 1897) erwähnte allmähliche Anspannen der Federn während des Falzens würde es wohl möglich sein, die unteren Stufen verhältnißmäßig größer zu machen, ohne daß die Versuche bei festen Papieren zu langwierig werden, aber der Bau des Apparates und seine Wirkungsweise würden dadurch viel verwickelter und weniger übersichtlich werden.

Die Entfernung zwischen den Rollenpaaren und dem Schieber läßt sich bei den Apparaten ändern von 0 bis 0,75 mm. Für die Versuche wurde die Entfernung 0,33 gewählt, weil der Bau und die Abmessungen der Apparate die Prüfung von Papieren, die eine größere Entfernung brauchen, nicht gestatten. Für alle Papiere, deren Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen Reiben auszuführen ist, dürfte diese Entfernung vollkommen genügend sein.

Die Falzer wurden mittelst eines Elektromotors und mit einer Geschwindigkeit von 110 Umdrehungen in der Minute angetrieben. Diese Geschwindigkeit wurde gewählt, weil sie auch für den Antrieb mittelst Hand geeignet ist.

Versuchsergebnisse.

Die gesammten Versuchsergebnisse sind, nach den Widerstandsklassen geordnet, in einer Tabelle 6 enthalten, die sich in den Akten der Versuchsanstalt befindet.

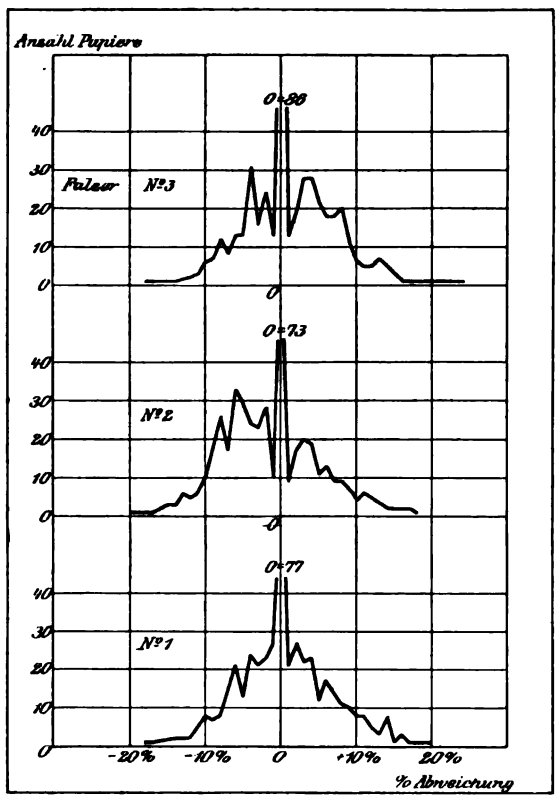


Fig. 4. Häufigkeit der Abweichungen.

Aus dieser Tabelle, welche wegen ihres großen Umfanges hier nicht mit abgedruckt werden konnte, sind nachher die Ergebnisse nach den für die Beantwortung der verschiedenen Fragen nöthigen Gesichtspunkten zusammengestellt.

Bei sämmtlichen Papieren, deren Falzzahl etwa 100 überstieg, wurden in jeder Richtung (Maschinen- und Quer-) je 5 Versuche ausgeführt, bei den übrigen in jeder Richtung 10 Versuche. Um ein vollkommen unbeeinflußtes Bild von der Wirksamkeit der Apparate zu bekommen, wurden auch in den Fällen, wo einzelne Werthe erhebliche Abweichungen von den übrigen zeigten, keine Kontrolversuche angestellt und keine Werthe von der Mittelbildung ausgeschlossen. Auf die Gesammtergebnisse haben diese Abweichungen jedoch wegen der großen Anzahl der geprüften Papiere keinen Einfluß.

Vergleich der Ergebnisse bei Benutzung verschiedener Falzer.

Um festzustellen, ob die Ergebnisse der einzelnen Falzer von einander abweichen, wurden für jeden Falzer und für jede Widerstandsstufe die Mittel der Falzwerthe sämmtlicher 450 Papiere gebildet und in Tabelle 7 zusammengestellt. Die schrägen Zahlen geben die Verhältnisse der Werthe für

Tabelle 7. **Zusammenstellung der Mittelwerthe.**

Widerstandsstufe	Anzahl Papiere	Mittel aus			Mittel aus Falzer I, II, III
		Falzer I	Falzer II	Falzer III	
außerordentlich gering . . .	3	**2** *100*	**2** *100*	**2** *100*	**2** *100*
sehr gering	29	**5** *100*	**5** *100*	**5** *100*	**5** *100*
gering	24	**15** *100*	**15** *100*	**15** *100*	**15** *100*
mittelmäßig	58	**27** *100*	**26** *96*	**27** *100*	**27** *100*
ziemlich groß	153	**76** *101*	**73** *97*	**75** *100*	**75** *100*
groß	116	**188** *100*	**181** *99*	**184** *101*	**188** *100*
sehr groß	60	**568** *98*	**598** *103*	**580** *100*	**582** *100*
außerordentlich groß	7	**2033** *99*	**2134** *104*	**2001** *97*	**2056** *100*
Gesammtmittel	—	**172** *99*	**176** *101*	**173** *99*	**174** *100*

die einzelnen Falzer zu dem Gesammtmittel der drei Werthe als 100 gesetzt an. In der untersten Reihe sind die Gesammtmittel sämmtlicher geprüften Papiere aufgeführt.

Wie die Tabelle 7 zeigt, sind die Abweichungen der Ergebnisse der Falzer von einander, wenn es sich um eine große Anzahl Prüfungen handelt, verschwindend gering.

Ueber die Größe, Richtung und Vertheilung der Abweichungen vom Mittelwerth bei den einzelnen Falzern geben die Zusammenstellungen in Tabelle 8 und 9 sowie die Darstellungen Fig. 4 und 5 einen Ueberblick. Tabelle 8 enthält für sämmtliche Widerstandsklassen die Größe in Prozenten und die Häufigkeit sämmtlicher Abweichungen von den Mittelwerthen. In Tabelle 9 sind zur besseren Uebersicht dieselben Werthe für jeden Apparat zusammengestellt. Aus diesen Zusammenstellungen und den zeichnerischen Darstellungen geht hervor, daß einzelne Abweichungen eine beträchtliche Höhe erreichen. Die Vertheilung der

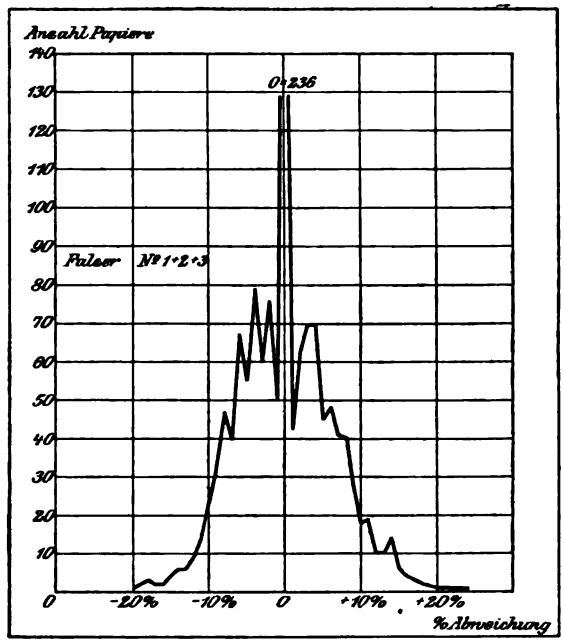


Fig. 5. Häufigkeit der Abweichungen.

Tabelle 8.

Größe der Abweichung vom Mittelwerth in %	Häufigkeit der Abweichungen																							
	außerordentlich gering			sehr gering			gering			mittelmäßig			ziemlich groß			groß			sehr groß			außerordentlich groß		
	Falzer			Falzer			Falzer			Falzer			Falzer			Falzer			Falzer			Falzer		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
— 20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	1	—	1	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	3	1	—	—	—	2	—	1	—	—	—
11	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—	1	1	3	1	—	1	—	2	1	—	—	—	—
10	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	3	—	5	3	4	1	2	1	1	1	1	—	—	—
9	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	3	1	3	7	3	3	6	—	—	1	1	1	—	1
8	—	—	—	—	1	1	—	2	1	2	1	3	1	11	5	1	9	2	2	2	1	2	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	5	7	1	5	6	5	3	2	1	—	—	—
6	—	—	—	—	2	1	1	1	—	2	2	2	6	12	5	8	10	3	4	6	2	—	—	—
5	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	5	2	4	10	1	3	11	6	4	2	3	—	—	1
4	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5	6	7	6	13	14	7	4	5	3	1	4	1	—	1
3	—	—	—	3	2	1	1	—	—	1	4	1	8	7	6	5	6	5	3	4	3	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1	2	2	—	1	4	3	5	8	8	11	8	9	4	5	4	—	1	—
— 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	9	4	4	10	4	5	6	1	3	1	1	—
0	**1**	**1**	**2**	**16**	**18**	**17**	**12**	**18**	**12**	**13**	**18**	**12**	**20**	**20**	**23**	**13**	**8**	**14**	**2**	**0**	**4**	**0**	**0**	**2**
+ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7	1	5	5	5	5	8	2	1	1	1	1
2	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	—	—	12	5	7	10	7	5	3	4	5	—	—	—
3	—	—	—	5	2	3	—	—	1	3	2	2	8	7	13	4	6	4	2	2	5	—	1	—
4	—	—	—	—	—	1	—	1	—	10	3	6	9	7	8	3	4	11	1	4	2	—	—	—
5	1	1	—	—	1	—	—	—	1	1	2	2	4	1	8	3	—	6	2	5	5	1	1	—
6	—	—	—	1	—	1	2	2	1	3	1	2	4	4	2	6	3	6	1	3	6	—	—	—
7	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	2	9	3	10	4	1	5	—	2	1	—	1	—
8	—	—	—	—	—	1	1	—	1	5	—	3	4	3	9	1	1	4	—	5	2	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	3	1	2	3	2	4	3	3	—	—	—	1
10	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	4	1	1	4	2	1	—	1	1	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	4	1	2	1	2	2	1	2	1	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—	2	—	—	2	1	—	1	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	3	2	—	2	—	—	1	—	—	—
14	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	4	1	1	2	—	3	—	1	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fehler nach Größe und Häufigkeit ist bei allen drei Falzern ziemlich gesetzmäßig. Die praktische Bedeutung der Abweichungen läßt sich erst beurtheilen, wenn man auf Grund der für die Falzwerthe ermittelten, dem Reibungswiderstand entsprechenden Klasseneintheilung feststellt, wie oft die Ergebnisse des einzelnen Falzers in eine andere Falzklasse als die Mittelwerthe aller drei Apparate fallen. In der Tabelle 10 ist demgemäß unter Zugrundelegung der im Folgenden ermittelten Klasseneintheilung für die Falzwerthe die bei jedem Apparat vorkommende

Tabelle 9.

Größe der Abweichungen vom Mittelwerth in %	Häufigkeit der Abweichungen								
	Falzer I			Falzer II			Falzer III		
	+	−	+ u. −	+	−	+ u. −	+	−	+ u. −
24							1 0,2		1 0,2
23									
22									
21							1 0,2		1 0,2
20	1 0,2		1 0,2		1 0,2	1 0,2			
19									
18	1 0,2	1 0,2	2 0,4	1 0,2	1 0,2	2 0,4		1 0,2	1 0,2
17	1 0,2	1 0,2	2 0,4	2 0,4	1 0,2	3 0,7			
16	3 0,6		3 0,7		2 0,4	2 0,4	1 0,2		1 0,2
15	1 0,2		1 0,2	2 0,4	3 0,6	5 1,1	3 0,6	1 0,2	4 0,9
14	7 1,6	2 0,4	9 2,0	2 0,4	3 0,6	5 1,1	5 1,1	1 0,2	6 1,3
13	3 0,6		3 0,6		6 1,3	6 1,3	7 1,6		7 1,6
12	5 1,1	2 0,4	7 1,6		5 1,1	5 1,1	5 1,1	2 0,4	7 1,6
11	8 1,8	5 1,1	13 2,9	6 1,3	6 1,3	12 2,7	5 1,1	3 0,6	8 1,8
10	8 1,8	8 1,8	16 3,6	4 0,9	10 2,3	14 3,1	6 1,3	6 1,3	12 2,7
9	10 2,3	7 1,6	17 3,8	7 1,6	18 4,0	25 5,6	11 2,4	7 1,6	18 4,0
8	11 2,4	8 1,8	19 4,3	9 2,0	26 5,8	35 7,8	20 4,4	13 2,9	33 7,3
7	14 3,1	15 3,3	29 6,4	9 2,0	17 3,8	26 5,8	18 4,0	8 1,7	26 5,8
6	17 3,8	21 4,7	38 8,4	13 2,9	33 7,3	46 10,2	18 4,0	13 2,9	31 6,9
5	12 2,7	13 2,9	25 5,6	11 2,4	29 6,4	40 8,9	22 4,9	13 2,8	35 7,8
4	23 5,1	24 5,3	47 10,4	19 4,2	24 5,3	43 9,6	28 6,2	31 6,9	59 13,1
3	22 4,9	21 4,7	43 9,6	20 4,4	23 5,1	43 9,5	28 6,2	16 3,6	44 9,8
2	27 6,0	23 5,1	50 11,1	17 3,7	28 6,2	45 10,0	19 4,2	25 5,6	44 9,8
1	21 4,6	27 6,0	48 10,7	9 2,0	10 2,2	19 4,2	13 2,8	13 2,8	26 5,8
0			77 17,1			73 16,2			86 19,1

Tabelle 10. **Abweichungen aus der Falzklasse.**

Widerstandsstufe Falzklasse	Anzahl Papiere	Anzahl Abweichungen					
		Falzer I		Falzer II		Falzer III	
		+	−	+	−	+	−
außerordentlich gering 0 — 2	3						
sehr gering 3 — 6	29		1 *0,2*			1 *0,2*	
gering 7 — 20	23			1 *0,2*			
mittelmäßig 21 — 40	58	2 *0,4*		1 *0,2*	1 *0,2*	2 *0,4*	
ziemlich groß 41 — 80	153	8 *1,8*	3 *0,7*	4 *0,9*	7 *1,6*	7 *1,6*	1 *0,2*
groß 81 — 190	115	2 *0,4*	1 *0,2*	1 *0,2*	6 *1,3*	5 *1,1*	
sehr groß 191 — 1000	60						
außerordentlich groß 1000 — ∞	7						
Summe	448	12 *2,7*	5 *1,1*	7 *1,6*	14 *3,1*	15 *3,3*	1 *0,2*
Summe ±	—	17 *3,8*		21 *4,7*		16 *3,6*	

Anzahl Abweichungen aus der durch den Mittelwerth bestimmten Stufe aufgeführt. Die schrägen Zahlen geben die Prozentsätze der abweichenden Ergebnisse, bezogen auf die Gesammtzahl der geprüften Papiere, an.

Weil, wie aus Tabelle 9 hervorgeht, die größte vorkommende Abweichung 24 % beträgt und jede Stufe wenigstens dieselbe Anzahl Falzungen umfaßt wie die unteren Stufen zusammen, so ist es klar, daß es sich nur um eine Abweichung in die nächst höhere oder niedere Stufe handelt, sowie, daß eine Abweichung aus der Stufe überhaupt nur dann vorkommt, wenn der Mittelwerth sich in der Nähe eines Grenzwerthes befindet.

Da, wie im Folgenden mittelst einer besonderen Versuchsreihe gezeigt wird, die Abweichung innerhalb derselben Bogen auch bei Verwendung desselben Apparates ziemlich bedeutend sein kann, so dürfte durch die gegebene Aufstellung erwiesen sein, daß die drei geprüften Apparate in Anbetracht der weiten Grenzen der einzelnen Stufen für die praktische Verwendung genügend übereinstimmen.

Feststellung der Grenzwerthe für die Stufen.

Die Grenzwerthe für die Stufen sind so gewählt worden, daß die Anzahl Ergebnisse, welche nach den oberen und unteren Widerstandsstufen abweichen, in Prozenten ausgedrückt, möglichst gleich wurden. Für die oberen Stufen sind dann die Grenzwerthe auf die nächst liegende runde Zahl abgerundet worden. Als maßgebend für die Abgrenzung der Falzklassen konnte man entweder das Mittel aus den Falzwerthen für Längs- und Querrichtung oder auch den niedrigsten Falzwerth annehmen. Tabelle 11 und Figur 6 zeigen die erstere Eintheilung, Tabelle 12 und Figur 7 die letztere. Da die Abweichungen bei beiden Eintheilungen fast die gleiche Größe und Vertheilung haben, so ist hier wie bei Reißlänge und Dehnung

Tabelle 11. **Beziehungen der Ergebnisse der Falzer zu den Ergebnissen der Handreibung (Mittelwerthe).**

Widerstandsstufen	Falzklassen								Anzahl Papiere
	außerordentlich gering	sehr gering	gering	mittelmäßig	ziemlich groß	groß	sehr groß	außerordentlich groß	
Doppelfalzung	0—2	3—6	7—20	21—40	41—80	81—190	191—1000	1001—∞	
außerordentlich gering	**6** *100*								6
sehr gering	**4** *9,5*	**30** *71,4*	**8** *19,1*						42
gering		**8** *23,5*	**16** *47,1*	**6** *17,6*	**4** *11,8*				34
mittelmäßig			**25** *20,3*	**68** *55,3*	**17** *13,8*	**13** *10,6*			123
ziemlich groß			**16** *5,1*	**68** *21,5*	**132** *41,7*	**84** *26,6*	**16** *5,1*		316
groß			**1** *0,4*	**10** *4,2*	**59** *24,6*	**126** *52,5*	**44** *18,3*		240
sehr groß					**8** *2,2*	**23** *16,5*	**87** *62,6*	**26** *18,7*	139
außerordentlich groß							**1** *5,9*	**16** *94,1*	17

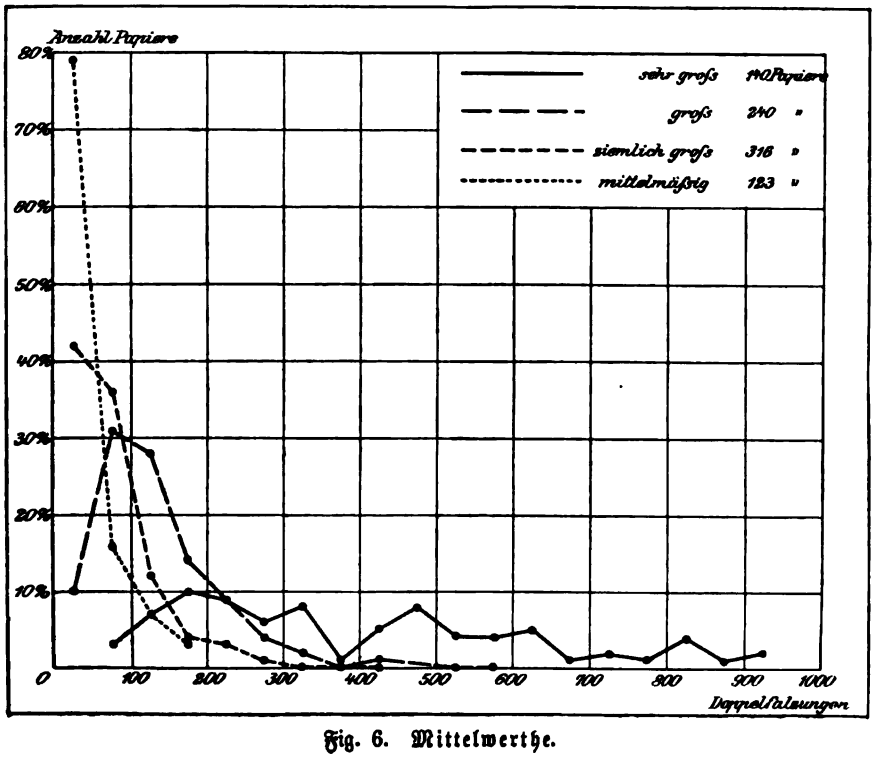


Fig. 6. Mittelwerthe.

Tabelle 12. **Beziehungen der Ergebnisse der Falzer zu den Ergebnissen der Handreibung (geringste Werthe).**

Widerstandsstufen	Falzklassen								Anzahl Papiere
	außerordentlich gering	sehr gering	gering	mittelmäßig	ziemlich groß	groß	sehr groß	außerordentlich groß	
Doppelfalzung	0—2	3—4	5—16	17—33	34—65	66—155	156—1000	1001—∞	
außerordentlich gering	**6** *100*								6
sehr gering	**9** *21,4*	**27** *64,3*	**6** *14,3*						42
gering	**1** *3,0*	**6** *17,6*	**20** *58,8*	**7** *20,6*					34
mittelmäßig			**24** *19,5*	**66** *53,7*	**29** *23,6*	**4** *3,2*			123
ziemlich groß			**18** *5,7*	**72** *22,8*	**136** *43,1*	**83** *26,2*	**7** *2,2*		316
groß			**2** *0,8*	**10** *4,2*	**56** *23,3*	**128** *53,4*	**44** *18,3*		240
sehr groß					**3** *2,1*	**24** *17,3*	**91** *65,5*	**21** *15,1*	139
außerordentlich groß							**2** *11,8*	**15** *88,2*	17

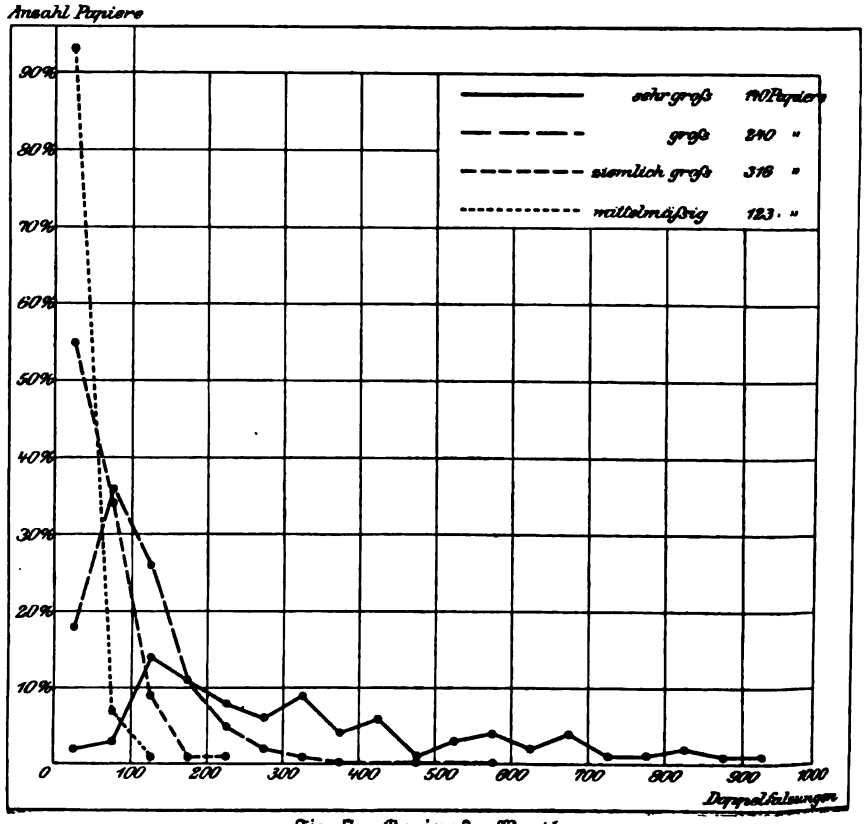


Fig. 7. Geringste Werthe.

der Mittelwerth aus Längs- und Querrichtung als maßgebend für die weiteren Zusammenstellungen gewählt worden.

Wie man sieht, bildet der Umfang der mittleren und am häufigsten vorkommenden Stufen annähernd eine Reihe, worin jedes Glied etwa so groß ist, wie die Summe sämmtlicher niederen Glieder.

Vergleich der Ergebnisse der Falzer mit den Ergebnissen der Bestimmung des Widerstandes gegen Zerknittern mittelst Hand.

Die Beziehungen zwischen den Ergebnissen der Prüfung mittelst der Falzer und den mittelst der Handreibung erhaltenen Ergebnissen gehen aus der Tabelle 11 hervor. Die in der Diagonalrichtung der Tabelle gelegenen stark umränderten Felder enthalten diejenige Anzahl Papiere, welche nach beiden Verfahren dieselbe Stufe ergeben. Die in denselben Horizontalreihen außerhalb des stark umränderten Feldes aufgeführten Zahlen geben die Anzahl der Abweichungen von der betreffenden Handknitterstufe nach oben und unten an. Die Zahlen in derselben Vertikalreihe außerhalb des stark umränderten Feldes geben die Abweichungen von der betreffenden Falzstufe an. Die schrägen Zahlen zeigen die Abweichungen in Prozenten, bezogen auf die Anzahl der Papiere jeder Stufe. Wie ersichtlich, beträgt die Anzahl der Papiere, welche nach beiden Verfahren die gleiche Stufe ergeben, für die am häufigsten vorkommenden Stufen etwa 50%. Die Anzahl der Papiere, die um mehr als eine Stufe abweichen, ist, wie aus der Tabelle ersichtlich, gering und im ganzen betrachtet, stimmen die Ergebnisse der beiden Verfahren so sehr überein, daß man die Uebereinstimmung bei der Verschiedenheit der Beanspruchungen kaum größer hätte erwarten können.

Das Erkennen und Ausschließen von brüchigen Papieren läßt sich, soweit es sich aus den jetzt ausgeführten Versuchen beurtheilen läßt, nach beiden Verfahren gleich gut bewerkstelligen.

Um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der beiden Verfahren vergleichen zu können, sind in Tabelle 13 sämmtliche mit den drei Apparaten und in Tabelle 14 sämmtliche mittelst des Handverfahrens gewonnenen Urtheile zusammengestellt.

Um die Aufstellung der Tabellen verstehen zu können, ist es nothwendig, die Art der Zusammenstellung der Prüfungsergebnisse des Handverfahrens zu schildern. In vielen Fällen ist es für den einzelnen Beobachter schwer, sich zu entscheiden, ob ein Papier, welches auf der Grenze zwischen 2 Widerstandsstufen liegt, zu der oberen oder unteren zu rechnen ist. So hat es sich im Laufe der Zeit allmählich eingebürgert, daß der Beobachter bei Abgabe seines Urtheiles durch Hinzufügung eines + oder — angiebt, ob nach seiner Ansicht das Papier die angegebene Stufe reichlich oder nur knapp erreicht hat. Durch dieses Verfahren wird zwar die Anzahl der Abweichungen der einzelnen Beobachter größer, als wenn nur die einfachen Stufen angegeben werden, aber die Größe der Abweichungen wird im allgemeinen verringert und das Zusammenfassen der einzelnen Urtheile ist erheblich erleichtert. Die Ansichten der einzelnen Beobachter kommen auf diese Weise besser zur Geltung.

Statt der 8 für den Widerstand aufgeführten Stufen entstehen auf diese Weise 24 Stufen, die jedoch nur für den inneren Verkehr in der Versuchsanstalt in Frage kommen.

Die sich so ergebenden Stufen sind der Raumersparniß wegen in den Tabellen 6 und 14, wie nachfolgende Aufstellung zeigt, mit den Zahlen 1—24 bezeichnet worden (Aufstellung s. S. 180):

Tabelle 13. Zusammenstellung sämmtlicher mit den drei Falzern gewonnenen Urtheile.

Widerstandsstufe / Falzklasse	außerordentlich gering 0—2			sehr gering 3—6			gering 7—20			mittelmäßig 21—40			ziemlich groß 41—80			groß 81—190			sehr groß 191—1000			außerordentlich groß 1001—∞			Anzahl Urtheile
	—	1	2	3	4 bis 5	6	7 bis 10	11 bis 13	14 bis 20	21 bis 25	26 bis 32	33 bis 40	41 bis 50	51 bis 62	63 bis 80	81 bis 106	107 bis 142	143 bis 190	191 bis 435	436 bis 725	726 bis 1000	1001 bis 2650	2651 bis 4350	4351 bis ∞	
außerordentlich gering 0—2	—	**4**	**11**																						15
	—	*26,7*	*73,3*																						
	100																								
sehr gering 3—6			**1**	**17**	**52**	**16**	**1**																		87
			1,1	*19,5*	*59,8*	*18,5*	*1,1*																		
				97,8																					
gering 7—20							**28**	**25**	**42**	**1**															96
							29,2	*26,0*	*43,8*	*1,0*															
							99,0																		
mittelmäßig 21—40									**5**	**58**	**95**	**80**	**11**												249
									2,0	*23,3*	*38,2*	*32,1*	*4,4*												
										93,6															
ziemlich groß 41—80												**15**	**84**	**77**	**108**	**18**									297
												5,1	*28,3*	*25,9*	*36,4*	*4,3*									
													90,6												
groß 81—190															**15**	**131**	**125**	**60**	**2**						333
															4,5	*39,4*	*37,5*	*18,0*	*0,6*						
																94,9									
sehr groß 191—1000																		**4**	**144**	**52**	**28**				228
																		1,7	*63,2*	*22,8*	*12,3*				
																			98,3						
außerordentlich groß 1001—∞																					**2**	**29**	**8**	—	89
																					5,1	*74,4*	*20,5*	—	
																						94,9			

Tabelle 14. **Zusammenstellung sämmtlicher mit der Handknitterung gewonnenen Urtheile.**

Widerstandsstufe	außerordentlich gering			sehr gering			gering			mittelmäßig			ziemlich groß			groß			sehr groß			außerordentlich groß			Anzahl Urtheile
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
außerordentlich gering	—	**16**	**8**	**4**	**1**																				24
	—	*66,7*	*12,5*	*16,7*	*4,2*																				
	79,2			*20,9*																					
sehr gering		**9**	**4**	**82**	**102**	**11**	**10**	**6**																	174
		5,2	*2,3*	*18,4*	*58,6*	*6,3*	*5,7*	*3,5*																	
		7,5		*83,3*			*9,2*																		
gering					**16**	**8**	**16**	**76**	**25**	**18**	**7**														156
					10,3	*1,9*	*10,3*	*48,7*	*16,0*	*8,3*	*4,5*														
					12,2		*75,0*			*12,8*															
mittelmäßig					**1**	**1**	**2**	**25**	**22**	**85**	**308**	**88**	**47**	**16**	**5**	**1**									591
					0,2	*0,2*	*0,3*	*4,2*	*3,7*	*14,4*	*51,3*	*14,0*	*8,0*	*2,7*	*0,8*	*0,2*									
					0,4		*8,2*			*79,7*			*11,5*												
ziemlich groß										**6**	**98**	**69**	**298**	**639**	**224**	**67**	**84**	**5**							1440
										0,4	*6,8*	*4,8*	*20,7*	*44,4*	*15,6*	*4,6*	*2,4*	*0,3*							
										12,0			*80,7*			*7,3*									
groß										**3**	—	**1**	**7**	**69**	**68**	**180**	**479**	**194**	**35**	**48**					1079
										0,3	—	*0,1*	*0,6*	*6,4*	*6,3*	*16,7*	*44,4*	*18,0*	*3,2*	*4,0*					
										0,4			*13,3*			*79,1*			*7,2*						
sehr groß																**1**	**15**	**43**	**79**	**282**	**118**	**6**	**28**		567
																0,2	*2,6*	*7,6*	*13,9*	*49,7*	*20,8*	*1,1*	*4,1*		
																10,4			*84,4*			*5,2*			
außerordentlich groß																				**1**	**9**	—	**57**	**1**	68
																				1,5	*13,2*	—	*83,8*	*1,5*	
																				14,7		*85,3*			

außerordentlich gering . . .	— 1	ziemlich groß	— 13
" " . .	2	" "	14
" " . .	+ 3	" "	+ 15
sehr gering	— 4	groß	— 16
" "	5	"	17
" "	+ 6	"	+ 18
gering	— 7	sehr groß	— 19
"	8	" "	20
"	+ 9	" "	+ 21
mittelmäßig	— 10	außerordentlich groß . . .	— 22
"	11	" " . . .	23
"	+ 12	" " . . .	+ 24

Diese Zahlen sind nur als Abkürzungen zu betrachten, sie haben nichts mit der absoluten oder relativen Widerstandsfähigkeit zu thun und dürfen deshalb nicht zur Mittelbildung und anderen Berechnungen benutzt werden. Aus diesem Grunde läßt sich an der Hand der gefundenen Prüfungsergebnisse ein Vergleich zwischen den beiden Verfahren nur in der Weise ausführen, daß man die Ergebnisse der einzelnen Apparate mit denjenigen der einzelnen Beobachter bei der Handknitterung als gleichwerthig betrachtet. Für jedes der beiden Verfahren sind dann die nach ihnen gewonnenen Einzelwerthe so zusammengestellt, daß die Größe und Häufigkeit der Abweichungen aus der Stufe, zu welcher das geprüfte Papier auf Grund des Mittels sämmtlicher abgegebenen Urtheile gezählt wurde, ersichtlich wird. Um den Vergleich der beiden Verfahren vollständiger zu machen, sind auch bei der Zusammenstellung der mit den Falzern gewonnenen Ergebnisse die Stufen in drei Theile getheilt worden. In den Tabellen 13 und 14 geben die außerhalb der stark umränderten Felder in einer Horizontalreihe aufgeführten Zahlen die Urtheile an, welche für eine andere Stufe abgegeben worden sind als die, zu der das Papier nach der als maßgebend angenommenen Eintheilung endgültig gezählt wurde.

Die schrägen Zahlen geben die Abweichungen in Prozenten an.

Die Ergebnisse stellen sich, wie aus den Tabellen ohne Weiteres ersichtlich, für die Falzer erheblich günstiger als für die Handknitterung. Für den Vergleich ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Anzahl der Urtheile bei der Handknitterung etwa doppelt so groß ist als bei den Apparaten, sowie der Umstand, daß in einer Probe Bogen verschiedener Fertigung vorhanden sein können. Bei der Beurtheilung nach der Handknitterung können Verschiedenheiten der einzelnen Bogen untereinander Abweichungen veranlaßt haben, die bei der Prüfung mittelst der Falzer nicht zum Ausdruck kommen, weil hier dieselben Bogen mit allen drei Apparaten geprüft wurden.

Allgemeine Bemerkungen zu der Ausführung der Versuche mittelst der Falzer.

Bei dem Vergleich der bei einem Papier für die einzelnen Streifen erhaltenen Werthe findet man, daß hin und wieder ein Werth erheblich von den anderen abweicht. Die Abweichungen können ziemlich erheblich sein (in einigen Fällen bis zu 100%) und gehen öfter nach oben als nach unten. In vielen Fällen erklärt sich die Abweichung dadurch, daß der Bogen, aus dem die Streifen entnommen sind, von den übrigen verschieden ist; die Kontrolstreifen zeigen dann dieselben Abweichungen wie der erste Streifen. In anderen Fällen liefern

Tabelle 15. **Ermittelung der wahrscheinlichen Fehler.**

Papier	A			D			E			F			G			I		
Streifen Nr.	Falzwerthe *	Δ	Δ in % vom Mittel	Falzwerthe *	Δ	Δ in % vom Mittel	Falzwerthe *	Δ	Δ in % vom Mittel	Falzwerthe *	Δ	Δ in % vom Mittel	Falzwerthe *	Δ	Δ in % vom Mittel	Falzwerthe *	Δ	Δ in % vom Mittel
1	2,3	−0,1	4,2	28	− 1	3,4	48	± 0	0,0	41	− 2	4,7	60	− 6	9,1	229	+13	6,0
2	2,6	+0,2	8,3	33	+ 4	13,8	41	− 7	14,6	47	+ 4	9,3	61	− 5	7,6	176	−40	18,5
3	2,4	±0,0	0,0	27	− 2	6,9	51	+ 3	6,3	48	+ 5	11,6	81	+15	22,7	246	+30	13,9
4	2,4	±0,0	0,0	25	− 4	13,8	49	+ 1	2,1	35	− 8	18,6	54	−12	18,2	226	+10	4,6
5	2,2	−0,2	8,3	28	− 1	3,4	43	− 5	10,4	40	− 3	7,0	69	+ 3	4,5	205	−11	5,1
6	2,0	−0,4	16,7	36	+ 7	24,1	44	− 4	8,3	45	+ 2	4,7	59	− 7	10,6	192	−24	11,1
7	2,6	+0,2	8,3	30	+ 1	3,4	45	− 3	6,3	47	+ 4	9,3	70	+ 4	6,1	239	+23	10,6
8	2,7	+0,3	12,5	28	− 1	3,4	62	+14	29,2	52	+ 9	20,9	64	− 2	3,0	215	− 1	0,5
9	2,2	−0,2	8,3	26	− 3	10,3	54	+ 6	12,5	48	+ 5	11,6	61	− 5	7,6	240	+24	11,1
10	2,9	+0,5	20,8	31	+ 2	6,9	55	+ 7	14,6	36	− 7	16,3	69	+ 3	4,5	170	−46	21,3
11	2,3	−0,1	4,2	29	± 0	0,0	41	− 7	14,6	40	− 3	7,0	70	+ 4	6,1	214	− 2	0,9
12	2,4	±0,0	0,0	26	− 3	10,3	45	− 3	6,3	36	− 7	16,3	78	+12	18,2	237	+21	9,7
Mittel	2,4			29			48			43			66			216		
wahrscheinlicher Fehler %	7,1			7,4			9,0			8,9			8,2			8,0		

* = Mittel aus je 10 Versuchen.
Δ = Abweichungen vom Gesammtmittel.

die Kontrolstreifen wieder den normalen Werth und die Abweichungen lassen sich dann nur durch Ungleichheiten im Bogen erklären. Bei großen Abweichungen nach oben findet man oft, daß der Bruch nicht, wie gewöhnlich, glatt ist, sondern daß einzelne längere Faserbündel aus der Bruchstelle herausragen.

Bei stark wolkigen Papieren sind die Abweichungen, wie nach der Beanspruchungsart im Falzer zu erwarten ist, größer als bei Papieren mit klarer Durchsicht.

Um ein Urtheil zu gewinnen über die Abweichungen, die bei der wiederholten Prüfung von aus demselben Bogen nebeneinander entnommenen Streifen vorkommen können, sowie auch über die Anzahl Versuche, die zur Erzielung zuverlässiger Mittelwerthe nöthig sind, wurden 6 Papiere mit je 5 Bogen der Prüfung unterworfen. Von jedem Bogen wurden in Maschinen- und Querrichtung 12 unmittelbar nebeneinander liegende Streifen mit demselben Apparat geprüft und aus diesen Ergebnissen die wahrscheinlichen Fehler berechnet, welche den Mittelwerthen aus je 5 Versuchen in jeder Richtung anhaften. Tabelle 15 enthält die Zusammenstellung der Ergebnisse. Kontrolversuche bei stark abweichenden Streifen wurden hier nicht ausgeführt.

In Prozenten ausgedrückt, ist der Fehler bei sämmtlichen untersuchten Papieren fast gleich und beträgt durchschnittlich etwa 8%. Dieser ziemlich erhebliche Fehler zeigt, daß man die Anzahl der Versuche nicht unter 5 in jeder Richtung nehmen darf und daß, wenn die gefundenen Werthe sich in der Nähe der unteren Grenze einer Stufe befinden, man gut thut, die Anzahl der Einzelversuche auf 10 oder mehr zu erhöhen.

Ueber den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Prüfungsergebnisse giebt Tabelle 16 Aufschluß. Die dort aufgeführten Werthe sind Mittel aus je 5 Versuchen. Die schrägen Zahlen geben die Verhältnisse der Abweichungen, bezogen auf die bei 65% relativer Luftfeuchtigkeit gefundenen Werthe an.

Tabelle 16. Einfluß der Luftfeuchtigkeit.

Bezeichnung der Papiere	Luftfeuchtigkeit								
	50 %			65 %			80 %		
	Anzahl Falzungen								
	=	⌊	$\frac{=+⌊}{2}$	=	⌊	$\frac{=+⌊}{2}$	=	⌊	$\frac{=+⌊}{2}$
A	1,4	1,4	1,4 *70*	2	2	2 *100*	3,2	2,4	2,8 *140*
D	34	18	24 *109*	31	18	22 *100*	57	14	36 *164*
E	43	22	33 *58*	85	28	57 *100*	111	26	69 *121*
F	25	40	33 *94*	34	35	35 *100*	38	36	37 *106*
G	65	36	51 *64*	114	45	80 *100*	111	46	79 *99*
I	115	134	125 *70*	180	226	178 *100*	240	244	242 *136*
K	7	21	14 *82*	9	24	17 *100*	19	33	26 *153*
L	12	11	12 *57*	20	21	21 *100*	30	23	27 *129*
M	25	19	22 *69*	35	29	32 *100*	52	31	42 *131*
N	47	27	37 *62*	80	39	60 *100*	106	45	76 *127*
O	115	53	84 *77*	159	59	109 *100*	210	76	143 *131*
P	139	184	162 *79*	195	215	205 *100*	268	262	265 *129*
Mittel	52	47	50 *74*	75	61	68 *100*	104	70	87 *128*

Tabelle 17. Verhältniß der Falzfähigkeit in Längs- und Querrichtung.

Widerstandsstufen	Gesammtanzahl Papiere	Anzahl Papiere, welche in der Querrichtung mehr Falzungen aushielten als in der Längsrichtung	
		Anzahl	%
außerordentlich gering	6	1	17
sehr gering	42	7	17
gering	34	6	18
mittelmäßig	123	39	32
ziemlich groß	316	121	38
groß	240	93	39
sehr groß	140	41	29
außerordentlich groß	17	5	29
Summe	918	313	34

Wie die Tabelle zeigt, sind die Abweichungen so erheblich, daß möglichst genaues Innehalten einer bestimmten Luftfeuchtigkeit bei der Prüfung nothwendig ist. Da die bei den verschiedenen Papieren vorkommenden Abweichungen, in Prozenten ausgedrückt, erheblich von einander abweichen, so können, nach den ausgeführten Versuchen zu urtheilen, die bei einer von der normalen Luftfeuchtigkeit abweichenden Feuchtigkeit ermittelten Werthe nicht mittelst eines allgemein gültigen Faktors genügend verbessert werden.

Die Falzfähigkeit des Papiers in Maschinen- und Querrichtung ist oft sehr verschieden; in den meisten Fällen (66%) ist sie in der Maschinenrichtung größer. Die Tabelle 17 zeigt die Vertheilung der größeren Falzfähigkeit innerhalb der einzelnen Widerstandsklassen.

Wie aus dem Bericht hervorgeht, gelingt es, die Papiere mit Hülfe des Falzers im Großen und Ganzen in ähnlicher Weise abzustufen wie mit der Handknitterung; man könnte somit der Frage näher treten, ob es angebracht erscheint, die Handknitterung fallen zu lassen und an ihre Stelle die Bestimmung des Widerstandes gegen Falzen mit Hülfe des Schopperschen Falzers zu setzen.

Als Falzklassen könnten zunächst nur diejenigen in Frage kommen, die sich als Mittel aus sämmtlichen Versuchen ergeben haben, nämlich der Widerstandsstufe

außerordentlich gering entsprechend,	die	Falzklasse	0	mit	0—2		Doppelfalzungen
sehr gering	„	„	1	„	3—6		„
gering	„	„	2	„	7—20		„
mittelmäßig . . .	„	„	3	„	21—40		„
ziemlich groß . . .	„	„	4	„	41—80		„
groß	„	„	5	„	81—190		„
sehr groß	„	„	6	„	191—1000		„
außerordentlich groß .	„	„	7	„	mehr als 1000		„

Der Bericht ist dem Verein Deutscher Papierfabrikanten zur Kenntnißnahme und Entschließung vorgelegt worden.

---

2. Beschreibung eines neuen Schopperschen Festigkeitsprüfers für Woll-, Baumwollhaare, Faserbündel u. s. w.

Vom ständigen Mitarbeiter der Abtheilung für Papierprüfung G. Dalén.

Für die Ermittelung der Festigkeit und Dehnung feiner Fasern und Faserbündel hat sich seit Jahren der Mangel an einem geeigneten Apparat fühlbar gemacht. Die vorhandenen Festigkeitsprüfer für Seide und Wollhaare besitzen weder genügende Genauigkeit noch zweckmäßige Einspannvorrichtungen. Die in der Versuchsanstalt bis jetzt mit Faserbündeln ausgeführten Festigkeitsprüfungen mußten deshalb mangels eines geeigneten Prüfers mit dem Schopperschen Garnprüfer (mit 10 kg Höchstlast) bei abgenommenem Gewicht vorgenommen werden, obschon dieser für die hierbei in Frage kommenden kleinen Belastungen sowohl mit Bezug auf Empfindlichkeit als auch auf bequemes Handhaben zu wünschen übrig ließ.

Für die Ausführung vergleichender Festigkeitsversuche mit einer großen Anzahl Schwingflachsproben, die der Anstalt Ende des vorigen Jahres in Auftrag gegeben wurde, wurde jedoch die Beschaffung eines zweckmäßigeren Prüfers nöthig. Die Versuchsanstalt beauftragte daher die Firma L. Schopper in Leipzig unter Angabe der zu beachtenden Gesichtspunkte mit dem

Bau eines neuen Prüfers; bei dessen Ausführung ist seitens des Erbauers den Wünschen der Versuchsanstalt hinsichtlich der Empfindlichkeit, der Einspannvorrichtung, des Antriebes u. s. w. bereitwilligst Rechnung getragen worden.

Der neue Prüfer ist im wesentlichen nach denselben Grundsätzen wie der in den „Mittheilungen" 1891, Heft II, S. 75 ff. beschriebene Festigkeitsprüfer für Papier und Garne gebaut, zeigt aber doch, wie Figur 1 und 2 erkennen läßt, in den Einzelheiten so erhebliche Abweichungen von diesem, daß eine besondere Beschreibung nothwendig erscheint.

Die Kraftmessung erfolgt auch hier mittelst eines Winkelhebels, aber wegen der gewünschten großen Empfindlichkeit des Apparates war die Verwendung eines Segmentes mit Kette (für die obere Einspannklemme) wegen der damit verbundenen Reibung ausgeschlossen. Aus denselben Gründen

Fig. 1.

mußte auch von der Verwendung von Zapfen für die Lagerung des Krafthebels im Gestell und für die Lagerung der oberen Einspannklemme im Hebel Abstand genommen werden. Es wurden daher für diesen Zweck lediglich Schneiden verwendet. Da die Schneiden nur einen verhältnißmäßig geringen Ausschlag des Hebels gestatten, so ist die Länge des Kraftmaßstabes

klein, und es mußten, um eine der Empfindlichkeit des Krafthebels entsprechende Genauigkeit beim Ablesen am Maßstabe zu erhalten, für den Krafthebel mehrere, verschieden schwere Anhängegewichte vorgesehen werden. Der Krafthebel ist so ausgeglichen, daß er sich ohne Anhänge-

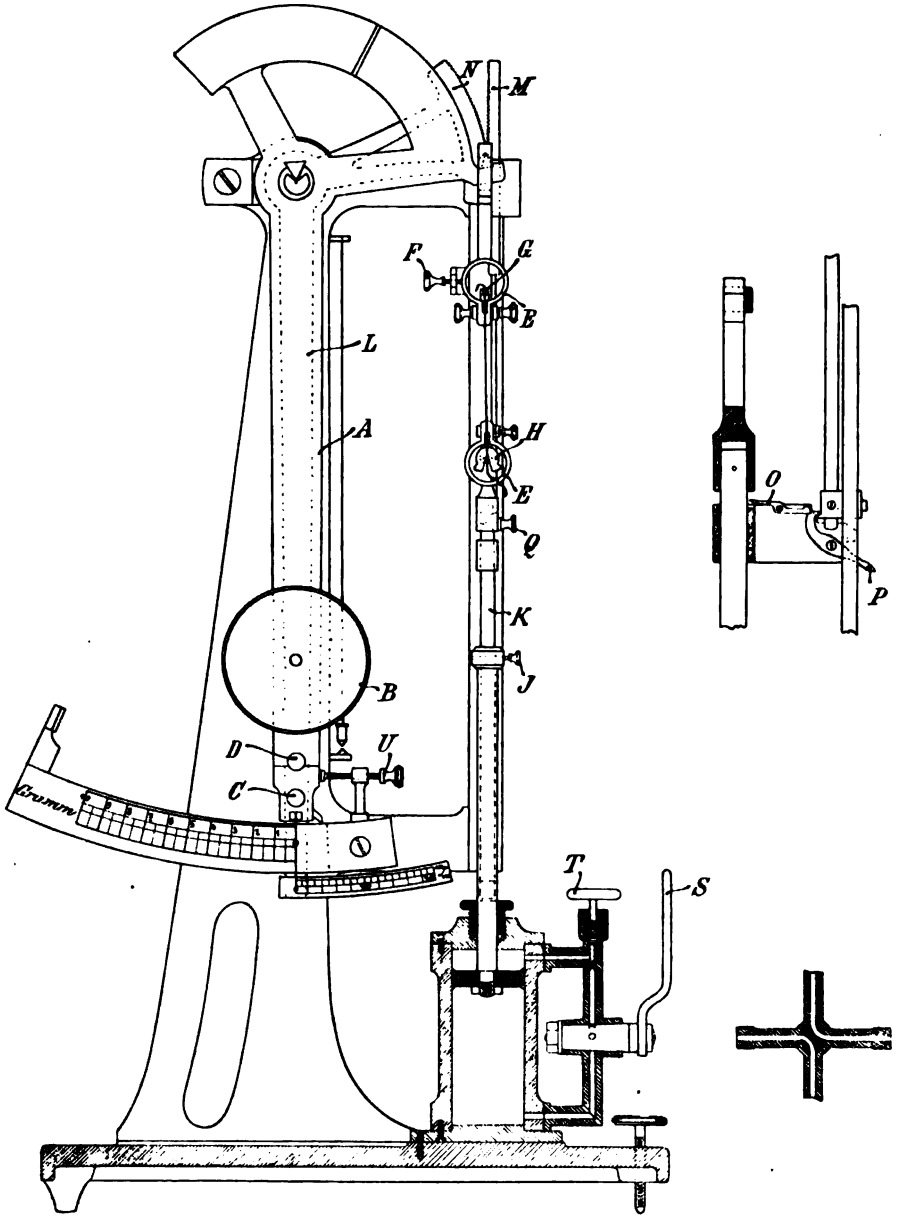


Fig. 2.

gewicht in fast indifferentem Gleichgewichtszustand befindet. Der in 100 Theile getheilte Maaßstab kann deshalb für beliebig schwere Anhängegewichte benutzt werden; der Werth eines Theilstriches ist der Masse des verwendeten Anhängegewichts proportional. Für den Prüfer sind zunächst 4 Anhängegewichte angefertigt, für 1000, 250, 100 und 10 g Höchstlast.

Das Zurückfallen des Gewichtshebels beim Bruch des Probekörpers wird durch Sperrklinken verhindert. Will man den Hebel in die Nullage zurückbringen, so hebt man die Sperrklinken durch Drehen des Knopfes C. Wenn es sich um das möglichst genaue Messen von sehr geringen Kräften (unter 10 g) handelt, so arbeitet man, um den durch die Reibung der Sperrklinken verursachten Fehler ganz zu vermeiden, mit hochgehobenen und festgemachten Sperrklinken. Man muß aber dann dauernd den Stand des Zeigers über dem Kraftmaaßstab beobachten, weil der Hebel beim Bruch des Versuchskörpers sofort zurückfällt. Um hierbei auch die Dehnung ablesen zu können, muß der Antrieb sofort nach dem Bruch des Streifens zum Stillstand gebracht werden, damit der Dehnungshebel seine Lage nicht weiter ändert. Man braucht dann nur den Krafthebel auf den beobachteten Stand über dem Kraftmaaßstab zurückzuführen, um die Bruchdehnung ablesen zu können. Dieses Vorgehen ist zwar etwas umständlich, gestattet aber das Messen von kleinen Kräften bis auf 0,01 g genau. Während des Einspannens wird der Krafthebel mittelst des Stiftes D festgehalten.

Die Einspannvorrichtung besteht aus 2 bügelförmigen Schraubenklemmen E. Die obere Klemme wird, um das Einspannen zu erleichtern, in ihrer Nullage von der Schraube F gestützt; sobald die Belastung anfängt, bewegt sie sich jedoch frei. In dem Bügel der oberen Klemme befindet sich eine kleine Federklemme G, mit welcher der Versuchskörper zunächst so festgeklemmt wird, daß ein am anderen Ende befestigtes Anhängekörperchen H frei im Bügel der unteren Klemme hängt. Erst nachdem man sieht, daß der Probekörper seine richtige Lage hat, werden die Schrauben der Einspannklemmen angezogen. Die Verwendung des Anhängegewichts erleichtert das genaue Einspannen und ist bei der Prüfung von Wollhaaren und anderen nicht glatten Probekörpern nöthig, wenn die Dehnung gemessen werden soll. Das Gewicht des Anhängekörperchens ist so bemessen, daß es die natürliche Kräuselung eines Wollhaares aufhebt. Es besteht aus einer Federklemme, in welche der Probekörper bequem eingezogen werden kann. Die normalen Einspannlängen sind zu 100 und 50 mm angenommen, aber der Prüfer läßt sich ohne Schwierigkeit für jede beliebige Einspannlänge zwischen 0 und 100 mm einstellen. Diese Einstellung erfolgt nach Entfernung des Stiftes J durch Herausziehen oder Hineinschieben der Verlängerungsstange K.

Die Dehnungsmessung erfolgt durch die Uebertragung der Bewegung der unteren Klemme auf den Dehnungshebel L mittelst der Zahnstange M und des Zahnsegmentes N. Der Dehnungsmaaßstab befindet sich am äußersten Ende des Hebels und dicht unterhalb des Kraftmaaßstabes. Der Stand des Zeigers am Krafthebel über dem Dehnungsmaaßstab zeigt bei der Einspannlänge 100 mm unmittelbar die Dehnung in Prozenten an. Ein kleiner, von der Bauart des Prüfers herrührender unvermeidlicher und von dem Stand des Krafthebels abhängiger Fehler in der Dehnungsangabe wird durch Zuzählen der unter dem Kraftmaaßstab stehenden Werthe zu den am Dehnungsmaaßstab abgelesenen ausgeglichen.

Die selbstthätige Ausschaltung des Dehnungshebels wird dadurch bewirkt, daß die untere Klemme beim Reißen des Probekörpers ein Stück herunterfällt und dabei den Drücker O auslöst, welcher den Mitnehmer P hält. Beim Einspannen des Probekörpers wird die untere Klemme hochgehoben, mittelst der Schraube Q in ihrer höchsten Lage festgehalten und erst dann ausgelöst, wenn die Belastung größer als das Gewicht der Klemme (etwa 15 g) ist. Daher muß bei Prüfung von Körpern, deren Bruchlast geringer ist als das Gewicht der Klemme, mit festgeschraubter Klemme gearbeitet werden.

Um eine möglichst ruhige und gleichmäßige Belastung zu erzielen, wird der Apparat durch Wasser angetrieben (Leitungsdruck von etwa 3 Atmosphären). Die hierfür nöthige An-

ordnung ist aus der Zeichnung ohne weiteres ersichtlich. Der Weg des Kolbens ist so bemessen, daß bei seiner Höchstlage die Einspannlänge genau 100 oder 50 mm beträgt. Durch Drehen des Hahnhebels S nach vorn oder hinten bewegt sich der Kolben nach oben oder unten; bei senkrechter Stellung des Hebels steht der Kolben still. T ist ein kleines Ventil zum genauen Einstellen der Geschwindigkeit des Antriebkolbens.

Das Gestell ist aus Gußeißen und besteht aus einer mit drei Stellschrauben versehenen Grundplatte, auf welcher der Cylinder für den hydraulischen Antrieb und der Ständer, der die Meßvorrichtung und die Führung für die untere Einspannklemme trägt, angebracht sind. Nach einem an dem Ständer vorhandenen Senkloth wird der Prüfer vor dem Gebrauch mittelst der Stellschrauben eingestellt.

Ehe der Prüfer in Verwendung genommen wurde, ist er einer Prüfung unterworfen worden, deren Ausführung und Ergebnisse im Nachstehenden wiedergegeben werden sollen.

Die Richtigkeit der Theilung des Kraftmaaßstabes wurde in der Weise geprüft, daß man den Krafthebel, nachdem die Sperrklinken hochgehoben waren, durch Anhängen von Gewichten belastete, in kleinen Bogen schwingen ließ und die jeweilige mittlere Schwingungslage ablas. Tabelle 1 enthält in der Reihe a die Ergebnisse dieser Prüfung. Die Theilung des Kraftmaaßstabes ist, wie daraus hervorgeht, für alle 4 Anhängegewichte genügend genau; der Fehler beträgt im ungünstigsten Falle 0,5 % der Belastung. Die Nulllage des Krafthebels ist für alle Anhängegewichte die gleiche. Die Empfindlichkeit beträgt für alle Belastungsstufen 0,1 %.

Tabelle 1. Fehler der Kraftmessung ohne und mit Benutzung der Sperrklinken.

Anhängegewicht für 1000 g Höchstlast.

Belastung in g		0		200		400		600		800		1000	
		a[1])	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Fehler in	g	0,00	—	0,00	— 2,00	0,00	— 2,00	0,00	— 2,00	0,00	— 2,00	— 0,70	— 2,3
	%	—	—	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,33	0,00	0,25	0,07	0,23

Anhängegewicht für 250 g Höchstlast.

Belastung in g		0		50		100		150		200		250	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Fehler in	g	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—
	%	—	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—

Anhängegewicht für 100 g Höchstlast.

Belastung in g		0		20		40		60		80		100	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Fehler in	g	0,00	—	+ 0,10	— 2,20	0,00	— 2,30	+ 0,20	— 2,30	+ 0,10	— 2,30	0,00	— 2,5
	%	—	—	0,50	11,00	0,00	5,75	0,33	3,83	0,13	2,87	0,00	2,50

Anhängegewicht für 10 g Höchstlast.

Belastung in g		0		2		4		6		8		10	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Fehler in	g	0,00	—	0,00	—	— 0,02	—	0,00	—	0,00	—	— 0,02	—
	%	—	—	0,00	—	0,50	—	0,00	—	0,00	—	0,20	—

[1]) a = Ablesungen bei hochgehobenen Sperrklinken; b = Ablesungen bei eingelegten Sperrklinken.

Um die Reibung der Sperrklinken festzustellen, wurde das angehängte Gewicht anfangs durch den Antriebskolben unterstützt, dieser darauf langsam heruntergelassen, bis das Gewicht frei schwebte und dann der Stand des Gewichthebels festgestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1, Reihe b, enthalten. Die Reibung ist für alle Lagen des Krafthebels fast gleich und beträgt im Mittel etwa 2,2 g. Für Beanspruchungen über 10 g erhält man durch Zuzählen von 2,2 g zu der jeweiligen Ablesung eine hinreichende Genauigkeit, d. h. der Fehler erreicht nicht 1,0 %. Für kleinere Belastungen als 10 g genügt indessen diese Verbesserung nicht, sondern man muß dann ohne Sperrklinken arbeiten.

Die Theilung des Dehnungsmaaßstabes ist ohne merkbaren Fehler, aber in Folge der Bauart des Prüfers enthalten die unmittelbar abgelesenen Dehnungen kleine, theils von der Stellung des Krafthebels, theils von dessen Ausführung abhängige Fehler, welche festgestellt und besonders ausgeglichen werden müssen.

Der erstere unvermeidliche Fehler entsteht dadurch, daß der Weg der unteren Einspannklemme dem Bogen, der Weg der oberen Einspannklemme in senkrechter Richtung der Sehne des Ausschlagwinkels gleich ist. Dieser Fehler, der sich berechnen läßt, beträgt bei dem hier geprüften Apparat 0,16 mm. Der zweite Theil des Fehlers beruht auf Durchbiegung des Dehnungshebels und dem etwas zu großen Radius des Zahnsegmentes.

Um den Gesammtfehler in der Dehnungsangabe festzustellen, wurde zwischen den beiden Einspannklemmen ein Blechstreifen eingespannt, welcher bei der hier vorkommenden Belastung sich nicht merkbar dehnte, und die Abweichung an dem Stand des Dehnungsmaaßstabes in den verschiedenen Lagen des Krafthebels beobachtet. Als Mittel aus fünf Versuchsreihen wurde folgendes Ergebniß erhalten:

Stand des Krafthebels über dem Kraftmaaßstab	0	1,2	2,5	4,2	6,9	9,7
Abweichungen in dem Stand des Dehnungshebels in mm .	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,4	— 0,5

Die Fehler sind mithin alle negativ und steigen mit zunehmendem Ausschlag des Krafthebels. Um die richtige Dehnung zu erhalten, braucht man folglich nur die oben gefundenen Werthe, welche der Bequemlichkeit halber unterhalb des Kraftmaaßstabes in Form eines besonderen Maaßstabes angebracht sind, zu dem am Dehnungsmaaßstab unmittelbar abgelesenen Werthe zuzuzählen. Wie ersichtlich, ist der Theil der Fehler, der auf der mechanischen Ausführung beruht, erheblich größer als der auf Grund der Bauart des Prüfers berechnete unvermeidliche Fehler, aber da er sich nie vollkommen vermeiden läßt und eine Berichtigung der Dehnungswerthe so wie so geboten ist, so kann es gleichgültig sein, ob er einige Zehntel mehr oder weniger beträgt[1]).

Besondere Mängel in der Ausführung des Prüfers sind weder bei der Prüfung noch bis jetzt beim Arbeiten mit demselben gefunden worden. Ob die Größe der Anhängegewichte, welche von der Versuchsanstalt vorgeschrieben war, die zweckmäßigste ist, wird sich entscheiden lassen, sobald eine größere Anzahl Versuche mit verschiedenen Probekörpern ausgeführt worden ist. Einige Versuche mit einem leichteren Anhängegewicht (für 2 g Höchstlast) haben gezeigt, daß man die Größe der federnden Kraft in den Kräuselungen eines Wollhaares zu messen im Stande ist und damit dürften wohl die höchsten Ansprüche, die man mit Bezug auf Empfindlichkeit an einen technischen Apparat stellen kann, erfüllt sein.

[1]) An dem geprüften Apparat ist dieser Maaßstab noch nicht angebracht worden, weil der Hersteller erst die Prüfung desselben in der Versuchsanstalt abwarten wollte.

3. Vorträge,

gehalten in der III. Wanderversammlung des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zu Budapest 1901

vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

I. Der gegenwärtige Stand der Cementprüfung in Deutschland.

Mit der fortschreitenden Erkenntniß der technischen und wirthschaftlichen Vortheile, welche die sorgfältige Auswahl der Baumaterialien gewährt, einer Erkenntniß, die zu immer größerer Würdigung der Materialienkunde als eigener Wissenschaft geführt hat, wird denjenigen Maßnahmen erhöhter Werth beigelegt, die dazu dienen, die Baumaterialien in ihren Eigenschaften zu kennzeichnen und die besseren und werthvolleren von den minder guten zu unterscheiden. Insbesondere hat das Prüfungswesen des Portland-Cements, jenes in der Neuzeit zu so großer Wichtigkeit gelangten vornehmsten Bindemittel aus bescheidenen Anfängen heraus sich in ungeahnter Weise entwickelt.

Im Jahre 1877 schlossen sich die deutschen Portland-Cement-Fabrikanten zu einem Verein zusammen, der schon im folgenden Jahre, am 12. November 1878 „Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement" veröffentlichte, die mit den obersten preußischen Baubehörden vereinbart worden waren. Mit diesen „Normen" war zunächst beabsichtigt, minderwerthige Konkurrenzprodukte auf dem deutschen Markte aus dem Felde zu schlagen. Damals war kaum vorauszusehen, welche Bedeutung der Prüfung des Portland-Cements schon in den nächsten Jahrzehnten beigemessen werden würde.

Die am 28. Juli 1887 mittelst Runderlasses der Königlich Preußischen Ministerien für Handel und Gewerbe und für öffentliche Arbeiten den nachgeordneten Behörden zur Nachachtung überwiesenen, „revidirten Prüfungsnormen" haben sich im Laufe der Jahre auch in den außerpreußischen Bundesstaaten Geltung verschafft. Im wesentlichen bilden die „Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement vom Jahre 1887" noch heute die Grundlage des Prüfungswesens für Portland-Cement im deutschen Reiche. Die Besprechung der gegenwärtig geübten Prüfungsverfahren für Portland-Cement soll daher nachstehend an Hand dieser Normen erfolgen, wobei auf die Erfahrungen der Neuzeit und die bereits vorgenommenen oder beabsichtigten Aenderungen jeweils hingewiesen werden wird.

Den Normen vorangestellt ist eine Begriffserklärung des Bindemittels Portland-Cement, welche lautet:

> Portland-Cement ist ein Produkt, entstanden durch Brennen einer innigen Mischung von kalk- und thonhaltigen Materialien als wesentlichsten Bestandtheilen bis zur Sinterung und darauf folgender Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit.

Diese Begriffserklärung war veranlaßt durch das im Jahre 1882 beginnende Verfahren der Zumischung von Hochofenschlacke in fein gemahlenem Zustande zum Portland-Cement, ein Verfahren, von welchem der Verein deutscher Cementfabrikanten den Niedergang der deutschen Portland-Cement-Industrie und eine Gefahr für das deutsche Baugewerbe befürchtete. Bei Verwendung unkontrolirbarer Mischungen an Stelle und unter dem Namen von Portland-Cement wäre leicht das Vertrauen des Auslandes auf die Güte des deutschen Portland-Cements erschüttert und die so mächtig emporstrebende Industrie in ihren Grundfesten untergraben worden. Aus diesen Gründen trat der Verein deutscher Cement-Fabrikanten dem

Mischverfahren gleich zu Anfang durch einen am 6. Juli 1882 in Berlin gefaßten Beschluß entgegen, welcher lautete:

„Die Generalversammlung des Vereins deutscher Cement-Fabrikanten erklärt, daß der Verkauf von Cement, welchem fremde, minderwerthige Körper nach dem Brennen desselben zugesetzt sind, als „Portland-Cement" für eine Täuschung des Abnehmers zu erachten ist, wenn nicht beim Verkauf und bei der Lieferung der gemischten Waare deutlich kenntlich gemacht wird, daß ein solcher Zusatz sich im Cement befindet.

Zusätze bis 2% des Gewichts, die nur den Zweck haben, dem Cement besondere Eigenschaften zu ertheilen, sollen jedoch nicht als Verfälschung angesehen werden."

Nach Erlaß der revidirten Normen änderte der Verein seinen Namen in „Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten" und schrieb seinen Mitgliedern satzungsgemäß vor:

„Vereinsmitglieder dürfen unter der Bezeichnung „Portland-Cement" nur ein Erzeugniß in den Handel bringen, welches dadurch entsteht, daß eine innige Mischung von kalk- und thonhaltigen Stoffen als wesentlichen Bestandtheilen bis zur Sinterung gebrannt und bis zur Mehlfeinheit zerkleinert wird. Sie verpflichten sich, jedes Erzeugniß, welches auf andere Weise, als wie vor angegeben, entstanden ist, oder welchem während oder nach dem Brennen fremde Körper beigemischt wurden, nicht als Portland-Cement anzuerkennen und den Verkauf derartiger Erzeugnisse unter der Bezeichnung „Portland-Cement" als eine Täuschung des Käufers anzusehen. Doch sollen von dieser Verpflichtung kleine Zusätze unbetroffen bleiben, welche zur Regelung der Abbindezeit des Portland-Cements bis zur Höhe von 2% erforderlich sein können.

Wenn ein Vereinsmitglied den vorstehend angegebenen Verpflichtungen zuwider handelt, so soll dasselbe vom Verein ausgeschlossen und der erfolgte Ausschluß öffentlich bekannt gemacht werden."

In Verfolg dieser Vorschrift müssen die Vereinsmitglieder noch heute eine Erklärung unterschreiben, in der sie für Innehaltung dieser Vorschrift ausdrücklich Gewähr leisten und dem Vorstande die Kontrole über ihre Produkte nach der Richtung der Reinheit hin zugestehen.

Dank dieses energischen Vorgehens hörte die Zumischung von Hochofenschlacke und anderen Stoffen zum Portland-Cement zunächst auf.

Erst in neuerer Zeit sind eine Anzahl Fabriken meist in Verbindung mit Eisenwerken neu entstanden, welche zum Theil Portland-Cement aus Hochofenschlacke erzeugen, zum Theil aber auch Hochofenschlacke der fertigen Rohmasse oder dem gebrannten Portland-Cement nachträglich beimischen. Gegen letzteres Verfahren ist der Kampf um die gemischten Cemente aufs neue entbrannt. Der Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten vertritt den Standpunkt, daß Mischungen aus Portland-Cement mit anderen Stoffen als der Beginn der Mörtelbereitung anzusehen und auf der Baustelle ohne weitere Kosten und mit gleichem Erfolge auszuführen sind. Die Zumischung auf der Baustelle bietet die Möglichkeit der Kontrole, die bei der fabrikmäßigen Herstellung gemischter Cemente vom Abnehmer nur durch ziemlich umständliche Untersuchungen auszuführen ist. Infolge der großen Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung der in Frage kommenden hydraulischen Bindemittel und Zusätze gab es bisher kein sicheres Verfahren, in ihren Mischungen das Mischverhältniß der betreffenden Theile sicher zu ermitteln.

Die jetzt hierfür vorgeschlagenen Prüfungsverfahren sind auf der Baustelle und ohne besondere Einrichtungen von Laien auf dem Gebiete der Chemie nicht anwendbar.

Die Feststellung etwa vorhandener Fälschungen des Portland-Cements ist aber dann nicht zu umgehen, wenn, wie dies beabsichtigt ist, die Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement nur für die Prüfung wirklicher Portland-Cemente Gültigkeit haben sollen. Nur dieses Bindemittel läßt sich durch die Normenprüfung einigermaßen erschöpfend beurtheilen, andere Bindemittel aber, nach dem gleichen Verfahren geprüft, können nicht ohne weiteres mit Portland-Cement in Vergleich gestellt werden.

Es seien deshalb zunächst diejenigen Verfahren kurz besprochen, welche gebräuchlich sind, um schädliche Beimengungen oder solche, die zur Verbilligung oder zur vermeintlichen oder wirklichen Verbesserung des Produkts dem Portland-Cement beigemischt zu werden pflegen, oder in Folge mangelhafter Aufbereitung in ihm enthalten sind, aufzufinden.

Reinheit des Portland-Cements.

Als schädliche Beimengungen, die auf mangelhafte Auswahl oder Aufbereitung der Rohmassen zurückzuführen sind, kommen hauptsächlich in Frage:

Kalk,
Magnesia,
Gips.

In einem guten Portland-Cement soll der Kalkgehalt etwa 58—67% betragen. Kalkreichere Cemente zeigen leicht Neigung zum Treiben.

Auch bis zur Sinterung gebrannte Cemente, welche mehr als 3% Magnesia enthalten, sind nach den Ergebnissen deutscher Untersuchungen, namentlich Dyckerhoffs, als gefährlich anzusehen, da sie leicht — oft erst nach langer Zeit — zu treiben beginnen. Schließlich hat man in Deutschland Cemente mit mehr als 2% Gipszusatz ausgeschlossen, weil auch diese nicht raumbeständig zu sein pflegen.

Die vorhandene Menge dieser drei Stoffe im Portland-Cement läßt mit Sicherheit nur die chemische Analyse erkennen, wenn auch die vorgeschlagenen Verfahren zur Prüfung der Raumbeständigkeit, die weiter unten besprochen werden, Anhaltspunkte über die mangelnde Raumbeständigkeit geben können.

Als Zuschlag zu Portland-Cement werden benutzt: Farbstoffe, Thon, Sand, Asche, gemahlener Kalkstein, gemahlener Thonschiefer, hydraulischer Kalk, Traß und Kalksilikate (z. B. Hochofenschlacke).

Diese Materialien lassen sich mit Ausnahme von Hochofenschlacke durch Bestimmung des spezifischen Gewichts, des Glühverlustes und des Verhaltens zu verdünnter Säure oder auf andere Weise qualitativ leicht ermitteln. Ueber den Zusatz von hydraulischem Kalk giebt die Alkalinität der Wasserlösung und die Kohlensäureaufnahme Aufschluß.

Nach Fresenius soll guter reiner Portland-Cement eine Alkalinität der Wasserlösung von 0,5 g Cement, entsprechend 4—6,25 ccm 1/10 Normalsalzsäure, haben und 3 g dieses Cementes sollen nicht mehr als 1,8 mg Kohlensäure aufnehmen.

Für die Ermittelung der Zumischung von Hochofenschlacke hat es bisher an einem zuverlässigen Verfahren gefehlt. Die meisten Hochofenschlacken sind in der Farbe dem Portland-Cement ähnlich und in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht weit genug abweichend von Cement, um durch die Analyse des gemischten Produktes die Beimischung namentlich quantitativ zuverlässig nachweisen zu können.

Das von Fresenius vorgeschlagene ältere Verfahren zum Nachweis von Hochofenschlacke im Portland-Cement besteht in der Bestimmung des specifischen Gewichts, des Glüh-

verlustes, des Verbrauchs von Normalsalzsäure und der Reduktionswirkung gegen Chamäleonlösung. Für reinen Portland-Cement hat Fresenius folgende Grenzwerthe aufgestellt:

a) specifisches Gewicht von mindestens 3,125, jedenfalls nicht geringer als 3,1;
b) Alkalinität der Wasserlösung von 0,5 g Cement entsprechend 4—6,25 ccm 1/10 Normalsäure;
c) Verbrauch von Normalsäure bei der direkten Behandlung von 1 g Cementpulver zwischen 18,80 und 21,67 ccm, jedenfalls nicht wesentlich weniger;
d) Reduktionswirkung gegen Chamäleonlösung, so daß 1 g Cement 0,79—2,80 mg übermangansaurem Kali entspricht, jedenfalls nicht erheblich mehr.

Das specifische Gewicht soll nach dem Verfahren von Dr. Schumann oder Dr. Erdmenger ermittelt werden. Beide Verfahren beruhen darauf, daß man den durch eine gewogene Menge des Cements eingenommenen Raum ermittelt, indem man den Cement in ein mit Terpentinöl gefülltes Gefäß bringt und nach Entfernung aller Luftbläschen die Verdrängung der Flüssigkeit beobachtet. Dabei ist es zur Vermeidung von Messungsfehlern nothwendig, daß der Cement und der gefüllte Apparat längere Zeit im Versuchsraum nebeneinander gestanden haben, damit sie beim Versuche gleiche Wärme besitzen.

Das Verhalten zu Wasser ist insofern charakteristisch, als die verschiedenen Materialien bei gleichartiger Behandlung verschiedene Mengen von alkalisch reagirenden Bestandtheilen an das Wasser abgeben. Fresenius hat deshalb vorgeschlagen, ein Gramm des verdächtigen Cements durch das 5000-Maschensieb zu treiben und mit 100 ccm destillirtem Wasser bei Zimmerwärme 10 Minuten zu schütteln, hierauf durch ein trockenes Filter zu filtriren und 50 ccm des erhaltenen Filtrates mit 1/10 Normalsalzsäure zu titriren.

Das Verhalten zu verdünnter Säure untersuchte Fresenius in der Weise, daß 1 g des durch das 5000-Maschensieb getriebenen Pulvers mit einer Mischung von 30 ccm Normalsalzsäure und 70 ccm Wasser 10 Minuten lang umgeschüttelt wird. Von der durch Absitzenlassen oder Filtriren durch ein trockenes Filter klar erhaltenen Lösung sollen 50 ccm mit Normalnatronlauge zurücktitrirt und daraus berechnet werden, wieviel ccm Normalsalzsäure von 1 g des Pulvers neutralisirt werden.

Das Verhalten zu Chamäleonlösung wurde seiner Zeit von Fresenius derart bestimmt, daß 1 g des fein gepulverten Cements mit etwa 150 ccm einer Mischung aus 1 Theil verdünnter Schwefelsäure (specifisches Gewicht 1,12) und 2 Theilen Wasser behandelt und in die Flüssigkeit Chamäleonlösung bis zur bleibenden Rothfärbung eingeträufelt wurde. Dabei entfärbte 1 g Portland-Cement zwischen 0,79—2,8 mg übermangansaures Kali.

Von derselben Chamäleonlösung fand Fresenius für die verschiedenen Schlackenmehlsorten bei gleicher Behandlung 44,34—74,67 mg Verbrauch an übermangansaurem Kali. Der Unterschied rührt daher, daß im Portland-Cement das Eisen fast ausschließlich als Oxyd vorhanden ist, während es sich im Schlackenmehl nur in Form von Oxydul findet und außerdem in der Schlacke zuweilen Sulfide in beträchtlicher Menge vorhanden sind. Nun hat sich aber in neuerer Zeit herausgestellt, daß Cemente, die im Drehrohrofen gebrannt sind oder auch im reducirenden Feuer, gleichfalls einen hohen Verbrauch von übermangansaurem Kali zeigen können, ohne daß sie Schlacken enthalten. Die Chamäleonprobe hat deshalb für sich allein keinen entscheidenden Werth mehr für den Nachweis von Hochofenschlacke, sondern wird nur noch zur Orientirung benutzt.

Die Chamäleonprobe wird wie folgt ausgeführt:

1 g des durch das 5000-Maschensieb getriebenen Cementes wird in einem trockenen Erlenmeyerkolben mit 30 ccm Wasser aufgeschlämmt.

Man läßt nun 20 ccm der Chamäleonlösung zufließen und fügt 150 ccm einer Mischung von 1 Raumtheil Schwefelsäure (specifisches Gewicht 1,12) und 2 Raumtheilen Wasser hinzu. Tritt binnen kurzem Entfärbung ein, so giebt man noch weitere 20 ccm Chamäleonlösung zu und wiederholt dies so lange, bis die Rothfärbung verbleibt. Unter zeitweiligem Umschütteln läßt man 5 Minuten stehen und titirt dann mit einer Lösung von Mohrschem Salz (66 g im Liter) bis zur vollständigen Entfärbung; darauf giebt man wieder Chamäleonlösung bis zur bleibenden Rosafärbung zu.

Für den Nachweis der Hochofenschlacke dient vorläufig folgendes Verfahren[1]):

A) Vorversuch.

Der zu untersuchende Cement wird nach Fresenius auf Kaliumpermanganatverbrauch geprüft. Beträgt dieser weniger als 3 mg für 1 g Cement, so ist der Cement nicht verdächtig, Schlacke zu enthalten; beträgt der Verbrauch an Kaliumpermanganat mehr als 3 mg für 1 g Cement, so kann der Cement sein:

1. Drehrohrofencement (Cement in reducirender Flamme gebrannt);
2. Mit Hochofenschlacke vermischter Cement:
   a) aus Rohmehl, dem Stückenschlacke zugesetzt wurde;
   b) nach dem Brennen gemischt;
3. Cement, welchem vor dem Brennen Schlacke in inniger Mischung zugesetzt wurde.

Der Cement mit mehr als 3 mg Kaliumpermanganatverbrauch ist dem Trennversuch in folgender Weise zu unterwerfen:

B) Trennversuch.

Aus dem Cement werden mit Hilfe der Siebe von 2500, 5000 und 10000 Maschen zwei Grieße α) und β) abgeschieden und bei etwa 100 C° sorgfältig getrocknet. 5 g jeden Grießes werden in einem ausgetrockneten Scheidetrichter nach Haradas in einer Mischung von Methylenjodid und gereinigtem Terpentinöl, die bei 15 C° das specifische Gewicht 3,01 besitzen muß, geschüttelt. Das nöthigenfalls mit Chorcalcium getrocknete Methylenjodid wird vor dem Gebrauch durch ausgeglühten und im Exsiccator wieder erkalteten Portland-Cement filtrirt. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit erfolgt mit Hauenschilds Aräometer.

Die Scheidung zwischen den Theilen jedes Grießes, die leichter oder schwerer sind als 3,01, erfolgt beim Evacuiren. Die Größe des Luftdruckes ist ohne Bedeutung. Bei Benutzung einer Wasserstrahlluftpumpe ist es zweckmäßig, zwischen Scheidetrichter und Saugpumpe eine Wulffsche Flasche einzuschalten.

1. Die leichten Theile, welche auf der Flüssigkeit schwimmen, können sein:
   a) Kohle, . . . mittleres specifisches Gewicht 1,39,
   b) Gips, . . . „ „ „ 2,33,
   c) Kohlenschlacke . „ „ „ 2,78,
   d) Hochofenschlacke, „ „ „ 2,94.

[1]) Das Verfahren der Ermittelung der Hochofenschlacke im Portland-Cement ist in weiterer Ausbildung begriffen. Das geschilderte Verfahren stellt nur den Stand der Forschung zur Zeit der Drucklegung dieses Berichtes dar.

Mit entsprechend gestellter Scheideflüssigkeit können diese Bestandtheile von einander getrennt werden.

Bei Cementen wie unter A) 1 und 3 angegeben, scheidet sich nur wenig Leichtes ab, bestehend vorwiegend aus a—c). Bei den mit Schlacke vermischten Cementen (A 2a und b) scheidet sich die Schlacke glatt ab.

2. Die schweren Theile, welche in der Flüssigkeit vom specifischen Gewicht 3,01 untersinken, können sein:
   e) Cement, mittleres specifisches Gewicht 3,035;
   f) Eisentheile aus Hochofenschlacke und verschiedenen Eisenverbindungen.

Mit Methylenjodid oder entsprechend gestellter Scheideflüssigkeit können diese Theile noch getrennt werden.

C) Analyse.

Die chemische Analyse der einzelnen Bestandtheile giebt Aufschluß darüber, um welche Stoffe es sich handelt.

Hochofenschlacke ist immer kieselsäurereicher und kalkärmer als Portland-Cement.

Cementprüfung nach den Normen.

I. Gewicht.

Für das Raumgewicht, d. h. das Gewicht der Raumeinheit des Portland-Cements sind in den preußischen Normen bestimmte Grenzwerthe nicht gegeben. Die Vorschrift beschränkt sich vielmehr auf die Bestimmung des Brutto- und Nettogewichts der in den Handel kommenden Normalfässer, welche als ganze Fässer (Normaltonnen) 180 kg Brutto und 170 kg Netto und als halbe Fässer 90 kg Brutto und 83 kg Netto wiegen sollen. 180 kg Brutto entsprechen 400 Pfd. englisch. Die Größe der Fässer ist nicht vorgeschrieben.

Obgleich also nicht ein Mindestraumgewicht gefordert wird, ist die Bestimmung des Raumgewichts doch üblich geworden und zwar im lose eingelaufenen und im fest eingerüttelten Zustande des Cementpulvers. Ein einheitliches Verfahren für diese Bestimmung besteht indessen leider noch nicht. Nicht einmal die Form des Litergefäßes ist einheitlich; es wird sowohl das alte preußische Flüssigkeitsmaaß als auch das Litermaaß für körnige Substanzen oder auch ein Cylindergefäß von einem Liter Inhalt, dessen Durchmesser gleich der Höhe ist, oder ein Kubikdecimeter benutzt.

Für die Bestimmung des Gewichts des Cements im eingerüttelten Zustande ist die Form des Gefäßes von geringer Bedeutung, dagegen spielt sie für die Bestimmung des Raumgewichts im eingelaufenen Zustande eine große Rolle, und es wäre deshalb eine Vereinbarung über den Apparat, der zum losen Einfüllen in das Litergefäß benutzt werden soll, sehr erwünscht. Gegenwärtig benutzt man an einzelnen Orten eine unter bestimmtem Winkel geneigte Ebene, auf die man das Pulver streut, um es in das Gefäß hineingleiten zu lassen. An anderen Stellen siebt man den Cement in das Gefäß ein, und in Charlottenburg ist ein von Böhme konstruirter Apparat mit beweglichem Boden in Gebrauch. Das Einsieben hat man auch versucht maschinell auszuführen, indessen empfiehlt sich dies nicht, da durch die unvermeidliche Erschütterung, die das Gefäß durch die Bewegung des Siebes erleidet, ein Zusammenrütteln des Pulvers stattfindet.

Um in diesem Punkte der Prüfung zur Einheitlichkeit zu gelangen, empfehle ich, den in Frankreich zuerst benutzten einfachen Apparat einzuführen, der aus einem Trichter mit ein-

gelegtem Siebboden besteht und in den Beschlüssen der französischen Kommission sowohl, wie in den Vorschlägen der Unterkommission B des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, die zu Dresden am 27. September 1899 abgefaßt sind, abgebildet und beschrieben ist.

Ich befürworte indessen nicht die Einführung des von Frankreich vorgeschlagenen Litergefäßes, dessen Durchmesser gleich der Höhe ist, sondern des cylindrischen Litergefäßes für trockene Gegenstände, wie es in § 17 der Aichordnung vorgeschrieben ist, nach der das Verhältniß des Durchmessers zur Höhe annähernd wie 3 : 2 sein muß, also des Liters mit 124,1 mm berechnetem Durchmesser, der indessen zwischen 128 und 120 mm schwanken darf. Dieses niedrigere Gefäß ist leichter zu handhaben, das Einrütteln geht schneller und die Abweichungen sind geringer als bei dem höheren Gefäß.

II. Bindezeit.

Die preußischen Normen lauten mit Bezug auf die Bindezeit wie folgt:

Je nach Art der Verwendung kann Portland-Cement langsam oder rasch bindend verlangt werden.

Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche erst in zwei Stunden oder in längerer Zeit abbinden.

Erläuterungen.

Um die Bindezeit eines Cements zu ermitteln, rühre man den reinen, langsam bindenden Cement drei Minuten, den rasch bindenden eine Minute lang mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glasplatte durch nur einmaliges Aufgeben einen etwa 1,5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Die zur Herstellung dieses Kuchens erforderliche Dickflüssigkeit des Cementbreies soll so beschaffen sein, daß der mit einem Spatel auf die Glasplatte gebrachte Brei erst durch mehrmaliges Aufstoßen der Glasplatte nach den Rändern hin ausläuft, wozu in den meisten Fällen 27—30% Anmachwasser genügen. Sobald der Kuchen soweit erstarrt ist, daß derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, ist der Cement als abgebunden zu betrachten.

Für genaue Ermittelung der Bindezeit und zur Feststellung des Beginnes des Abbindens, welche (da der Cement vor dem Beginn des Abbindens verarbeitet sein muß) bei rasch bindenden Cementen von Wichtigkeit ist, bedient man sich einer Normalnadel von 300 g Gewicht, welche einen cylindrischen Querschnitt von 1 qmm Fläche hat und senkrecht zur Achse abgeschnitten ist. Man füllt einen auf eine Glasplatte gesetzten Metallring von 4 cm Höhe und 8 cm lichtem Durchmesser mit dem Cementbrei von der oben angegebenen Dickflüssigkeit und bringt denselben unter die Nadel. Der Zeitpunkt, in welchem die Normalnadel den Cementkuchen nicht mehr gänzlich zu durchdringen vermag, gilt als der „Beginn des Abbindens“. Die Zeit, welche verfließt, bis die Normalnadel auf dem erstarrten Kuchen keinen merklichen Eindruck mehr hinterläßt, ist die „Bindezeit“.

Da das Abbinden von Cement durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflußt wird, insofern hohe Temperatur dasselbe beschleunigt, niedrige Temperatur es dagegen verzögert, so empfiehlt es sich, die Versuche, um zu übereinstimmenden Ergebnissen zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von 15—18 C° vorzunehmen.

Während des Abbindens darf langsam bindender Cement sich nicht wesentlich erwärmen, wohingegen rasch bindende Cemente eine merkliche Wärmeerhöhung aufweisen können.

Das hier geschilderte Verfahren zur Bestimmung der Bindezeit ist zwar in Deutschland allgemein üblich, und soviel ich weiß auch in anderen Ländern mit nur geringen Abweichungen in Gebrauch, es besitzt aber so große Mängel, daß die Aufsuchung eines zuverlässigeren Verfahrens sehr erwünscht ist.

Die Bestimmung des für den nothwendigen steifen Brei erforderlichen Wassers ist unzuverlässig, weil von der Person abhängig. Die Höhe des erforderlichen Wasserzusatzes ändert sich beträchtlich je nach der Energie, mit welcher der Brei bearbeitet wird. Die Menge des zugesetzten Wassers ist aber von entscheidendem Einfluß auf die Dauer des Abbindens des Kuchens. Aber selbst wenn in derselben Hand diese Bestimmung bei einiger Uebung mit ziemlicher Sicherheit ausgeführt wird, so bleibt die Beurtheilung über den Zeitpunkt, an dem die Normalnadel auf dem erstarrten Kuchen keinen merklichen Eindruck mehr hinterläßt, sehr unsicher, weil sich die obere Seite des Cementkuchens meist mit einer feinen schlammigen Haut überzieht, auf welcher die Nadel noch längere Zeit nach erfolgtem Abbinden Spuren hinterläßt. Auch wenn man den Kuchen von der Glasplatte abzieht und die untere Fläche zur Untersuchung benutzt, bleibt häufig noch ein ringförmiger Eindruck, selbst wenn der Cement bereits vollständig abgebunden ist.

Ueber die Art, wie die Abbindeversuche in der Versuchsanstalt zu Charlottenburg ausgeführt werden, habe ich mich am anderen Orte des Näheren ausgesprochen[1]).

Die bisher außerhalb Deutschlands unternommenen Versuche zur Verbesserung des Verfahrens der Prüfung auf Abbindezeit können nicht als gelungen angesehen werden.

Der von Tetmajer konstruirte mechanische Nadelapparat hat den Nachtheil der stoßweisen Wirkung und der Erschütterung des Kuchens bei jedem Nadelfalle.

Der von Goodman in England konstruirte Apparat, bei welchem ein Rädchen in den Cementbrei eintaucht, und durch eine mit dem Cementbrei gefüllte Wanne mit kontrolirbarer Geschwindigkeit fortbewegt wird, wobei ein in der Achse des Rädchens sitzender Stift die Abbindekurve verzeichnet, liefert bei parallelen Versuchen stark abweichende Werthe, die mit Versuchen mit der Vicatschen Nadel nicht in Einklang zu bringen sind.

Die von Mc. Harg in Chicago vorgeschlagene einfache Probe mit einem Bindfaden, der durch einen auf einer Schiefertafel ausgebreiteten Cementkuchen in bestimmten Zeitabschnitten durchgezogen wird, ist wohl als leichte Probe auf der Baustelle brauchbar, aber als genaue Laboratoriumsprobe nicht anzusehen.

Der Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten beabsichtigt deshalb gemeinsam mit den Versuchsanstalten in Charlottenburg und Stuttgart ein neues Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit aufzusuchen, wobei voraussichtlich auch darauf Rücksicht genommen werden wird, daß dem Cementkuchen während des Abbindens kein Wasser durch Ausfließen entgeht, was bei der Probe mit der Vicatschen Nadel unter Anwendung des jetzt gebräuchlichen Blech- oder Kautschukringes ohne Boden durch Abscheidung von Wasser auf der Glasplatte stets der Fall ist.

---

[1]) Vergl. Die Geräthe und Verfahren für Prüfung von Portland-Cement in der Kgl. Mechanisch-technischen Versuchsanstalt. „Mittheilungen aus den Kgl. techn. Vers.-Anst. zu Berlin“ 1896 S. 155.

Wie man aber den Abbindeversuch auch ausführen mag, stets wird besonderes Gewicht auf die gleichbleibende Wärme der Luft, des Cements und des Wassers gelegt werden müssen. Man muß Cement und Wasser in offenen Gefäßen einige Stunden vor dem Versuch in dem Abbinderaum nebeneinander aufbewahren. Bei der Aufzeichnung der Ergebnisse müssen auch die Wärmeverhältnisse und die Feuchtigkeit der Luft berücksichtigt werden. Als Feuchtigkeitsmesser ist das Saussure-Koppesche Haarhygrometer vielfach in Gebrauch und kann empfohlen werden, namentlich weil es die Neubestimmung des Sättigungspunktes mit Leichtigkeit gestattet und sehr bequem richtig gestellt werden kann.

Die Messung der Wärmeerhöhung beim Abbinden kann zwar mit jedem beliebigen Thermometer vorgenommen werden, zweckmäßig benutzt man indessen ein Maximumthermometer mit cylindrischem, nach unten sich etwas verjüngendem Quecksilbergefäß und Eintheilung in Fünftelgrade. Ein solches Thermometer gestattet die Schätzung von Zehntelgraden.

Die in den Normen ausgesprochene Ansicht, daß Portland-Cement durch längeres Lagern langsamer bindend wird, hat sich in dieser allgemeinen Form als nicht zutreffend herausgestellt.

Wiederholt ist, zuerst durch Dr. Tomëi festgestellt worden, daß viele Cemente, die im frischen Zustande langsam bindend sind, mit der Zeit schnellbindend werden und dann sich wieder verlangsamen. Es ist das einer jener Vorgänge, die auf der inneren Konstitution des Portland-Cements beruhen, und leider in ihrem Ursprung noch nicht aufgeklärt werden konnten, deren Studium aber von besonderer Wichtigkeit ist. Der internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik hat bereits eine besondere Kommission (12) damit betraut, das abweichende Verhalten mancher Cemente in Bezug auf das Abbinden zu studiren.

Der Obmann der Kommission 12, Le Chatelier, ist mit den Mitgliedern der Kommission zur Beschaffung von Material in Verbindung getreten. Auch ich habe über den Gegenstand einiges Material gesammelt und in den „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten“ 1900 S. 160 und ff. veröffentlicht. Bevor indessen auf diesem Gebiete endgültige Schlüsse gezogen werden können, wird man sich über die inneren Vorgänge im Portland-Cement vollständige Klarheit verschaffen müssen, und wird auch ein zuverlässigeres Verfahren der Bestimmung der Abbindezeit ausfindig gemacht werden müssen.

Wenn heute auch die Vicatsche Nadelprobe für Fabrikation, Handel und Baugewerbe als genügende Unterlage zur Beurtheilung der Abbindezeit von Cement angesehen wird, so sind doch die gelegentlich auftretenden Differenzen unter Umständen geeignet — bei Zurückweisung von Lieferungen —, schwere Schädigungen des Handels mit sich zu führen.

III. Raumbeständigkeit.

Portland-Cement soll volumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein auf einer Glasplatte hergestellter und vor Austrocknung geschützter Kuchen aus reinem Cement, nach 24 Stunden unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Erläuterungen.

Zur Ausführung der Probe wird der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen bei langsam bindendem Cement nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden, unter Wasser gelegt. Bei rasch bindendem Cement kann dies schon nach kürzerer Frist geschehen. Die Kuchen, namentlich von langsam bindendem Cement, müssen bis nach erfolgtem Abbinden vor Zugluft und Sonnenschein geschützt

werden, am besten durch Aufbewahren in einem bedeckten Kasten oder auch unter nassen Tüchern. Es wird hierdurch die Entstehung von Schwindrissen vermieden, welche in der Regel in der Mitte des Kuchens entstehen und von Unkundigen für Treibrisse gehalten werden können.

Zeigen sich bei der Erhärtung unter Wasser Verkrümmungen oder Kantenrisse, so deutet dies unzweifelhaft „Treiben" des Cements an, d. h. es findet in Folge einer Volumvermehrung ein Zerklüften des Cements unter allmählicher Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhanges statt, welches bis zu gänzlichem Zerfallen des Cements führen kann.

Die Erscheinungen des Treibens zeigen sich an den Kuchen in der Regel bereits nach 3 Tagen; jedenfalls genügt eine Beobachtung bis zu 28 Tagen.

Das in den preußischen Normen vorgesehene Verfahren der Bestimmung der Raumbeständigkeit ist wohl nicht nur in Deutschland das gebräuchlichste, weil es das einfachste ist. Dennoch wird es von vielen Seiten für ungenügend erachtet. Insbesondere wendet man gegen diese Probe ein, daß sie zu lange Zeit erfordere, um den treibenden Cement zu erkennen, und daß man in den seltensten Fällen mit der Verwendung des Cements so lange warten könne, bis diese Probe ein entscheidendes Ergebniß geliefert habe. Die Stichhaltigkeit dieses Grundes ist nicht zu bestreiten, und das Bestreben nach einer Methode, welche die Raumbeständigkeit eines Cements schneller erkennen läßt, erscheint durchaus gerechtfertigt. Von verschiedenen Seiten sind solche beschleunigten Raumbeständigkeitsproben bereits in Vorschlag gebracht worden: von Dr. Michaelis die Plattenkochprobe, von Dr. Heinzel die Kugelglühprobe, von Tetmajer die Kugelkochprobe, von Maclay eine kombinirte Heißwasserprobe, von Deval eine Dampfprobe, von Prüssing die Preßkuchenprobe, von Dr. Erdmenger die Hochdruckdampfprobe. Alle diese Proben haben unleugbar für bestimmte Zwecke auch bestimmte Vortheile, sie leiden aber sämmtlich an dem Uebelstande, daß sie nicht allgemein und in jedem Falle als entscheidend angesehen werden können, weil sie häufig nicht nur thatsächlich raumunbeständigen Cement kennzeichnen, sondern auch dazu führen können, Cement, welcher für Bauzwecke durchaus brauchbar ist, als raumunbeständig zu verdächtigen. Diese Erkenntniß und der immer wieder auftauchende Streit über die Brauchbarkeit einer oder der anderen der genannten beschleunigten Raumbeständigkeitsprüfungen haben die Charlottenburger Versuchsanstalt und den Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten zu umfangreichen Versuchen mit den hauptsächlichsten Proben zur schnellen Feststellung der Raumbeständigkeit veranlaßt, die mit 10 Portland-Cementen ausgeführt wurden, von denen bekannt war, daß sie die beschleunigten Proben nicht bestanden, sich aber in der Praxis gut bewährten.

Diese Cemente sind sehr eingehend nicht nur auf ihre Raumbeständigkeit in der Praxis, sondern auch auf ihre Festigkeit bis zu 4 Jahren Alter der Proben geprüft worden. Es sind auch aus ihnen Ornamentstücke hergestellt und im Freien beobachtet worden. Ueber die Ergebnisse dieser Versuche habe ich in dem Ergänzungsheft I der „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten" 1899 berichtet[1]) und habe diesen Bericht ergänzt in einem Artikel, dem ich auch die Ergebnisse der Nachfragen über die Bewährung gewisser verdächtiger Cemente in der Praxis angefügt habe[2]).

[1]) Bericht über die Raumbeständigkeit von 10 Portland-Cementen nach Versuchen der Kgl. mechanisch-technischen Versuchsanstalt und der Kommission des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten.

[2]) Zur Frage des praktischen Werthes der sogen. beschleunigten Raumbeständigkeitsproben. „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten" 1900 S. 57 und S. 241 ff.

Als das Ergebniß all dieser Versuche und Ermittelungen muß festgestellt werden, daß die bisher vorgeschlagenen beschleunigten Raumbeständigkeitsproben nicht geeignet sind, in allen Fällen ein zuverlässiges Urtheil über die Raumbeständigkeit eines Cementes in der Praxis zu gestatten, da zahlreiche Cemente, welche die beschleunigten Raumbeständigkeitsprüfungen sämmtlich oder theilweise nicht bestehen, in Bauwerken mancherlei Art ihrem Zweck voll genügen, ohne zu den geringsten Beanstandungen in Bezug auf die Raumbeständigkeit zu führen. Die bis jetzt vorgeschlagenen beschleunigten Proben scheinen mir deshalb nicht geeignet, um an der Hand des Abnehmers als Kontrolprobe für die Raumbeständigkeit des gelieferten Cements zu dienen. Das schließt indessen die Verwendbarkeit dieser Proben als Laboratoriumsproben und als Fabrikproben nicht aus. Man wird sie oder einige von ihnen mit Vortheil verwenden können, namentlich nach drei Richtungen hin:

1. für die laufende Kontrole der Produkte in der Fabrik,

2. bei der Prüfung solcher Cemente, die für bestimmte Zwecke besonders raumbeständig sein müssen oder zu besonders schwierigen Stücken verarbeitet werden sollen (Behälter für heiße Stoffe, feine Cementwaaren, frei liegende, der Luft ausgesetzte große Bauwerke u. s. w.).

3. Zur Untersuchung magnesiahaltiger Cemente.

Die Aufsuchung eines für die Abnahmekontrole auf dem Bauplatze geeigneten Verfahrens zur möglichst schnellen Bestimmung der Raumbeständigkeit der Cemente muß nach wie vor das Ziel des Strebens bleiben.

Zahlenmäßige Anhaltspunkte für die Raumbeständigkeit eines Cements und für die Bewegung, welche er für sich allein oder in Verbindung mit Sandzusätzen bei wechselndem Alter und wechselnder Feuchtigkeit erleidet, vermögen nur genaue Messungen zu geben. Hierfür ist in Deutschland der Tasterapparat von Bauschinger allgemein in Gebrauch. Indessen hat die Anwendung dieses Apparats den Nachtheil, daß der Probestab vor jeder Messung zwischen zwei Spitzen gebracht und sehr sorgfältig darauf geachtet werden muß, daß diese Spitzen jedesmal genau gleich und an gleichen Punkten an dem Probestab anliegen. Diese Berührungspunkte hat man durch geeignet vorbereitete Glasplättchen oder Messingplättchen festzulegen gesucht, indessen hat sich herausgestellt, daß im Laufe der Zeit das Messing oxydirte, und daß in dem Glas leicht Aussplitterungen der Körneroberfläche stattfanden. Nach Versuchen mit mancherlei anderen Materialien ist die Charlottenburger Versuchsanstalt schließlich zu kleinen Plättchen aus Achat mit sehr glatten eingeschliffenen Körnungen übergegangen und erzielte mit Anwendung dieser Plättchen bei einiger Sorgfalt zuverlässige Messungen.

Um den Uebelstand des wechselnden Einlegens und Herausnehmens der Stäbe zu vermeiden, hat Martens einen einfachen Apparat konstruirt, der gestattet, eine Reihe von Probestäben nebeneinander dauernd zu beobachten. Die Längenänderungen der Probestäbe werden bei diesem Apparat durch Tasthebel gemessen, welche die Ablesung der Längenänderungen in 200-facher Vergrößerung gestatten. Die Einzelheiten des Apparats sind beschrieben und abgebildet im Protokoll der Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten 1899 S. 106.

Klebe in München hat zur Messung der Raumänderung von Mörtelkörpern einen Meßkeil in Vorschlag gebracht, der zwischen zwei Nadeln, die in den noch weichen Körper in gewissem Abstande gesteckt werden, eingeschoben wird. Dieser Apparat hat sich indessen nicht allgemein eingeführt. Auch die Meßdose von Le Chatelier ist in Deutschland bisher nur in einzelnen Fällen benutzt worden.

IV. Feinheit.

Die preußischen Normen schreiben vor:

Portland-Cement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen pro Quadratcentimeter höchstens 10% Rückstand hinterläßt. Die Drahtstärke des Siebes soll die Hälfte der Maschenweite betragen.

Begründung und Erläuterungen.

Zu jeder einzelnen Siebprobe sind 100 g Cement zu verwenden.

Da Cement fast nur mit Sand, in vielen Fällen sogar mit hohem Sandzusatz verarbeitet wird, die Festigkeit eines Mörtels aber um so größer ist, je feiner der dazu verwendete Cement gemahlen war (weil dann mehr Theile des Cements zur Wirkung kommen), so ist die feine Mahlung des Cementes von nicht zu unterschätzendem Werthe. Es scheint daher angezeigt, die Feinheit des Korns durch ein feines Sieb von obiger Maschenweite einheitlich zu prüfen.

Es wäre indessen irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Güte eines Cementes schließen, da geringe, weiche Cemente weit eher sehr fein gemahlen vorkommen, als gute scharf gebrannte. Letztere aber werden selbst bei gröberer Mahlung doch in der Regel eine höhere Bindekraft aufweisen, als die ersteren. Soll der Cement mit Kalk gemischt verarbeitet werden, so empfiehlt es sich, hart gebrannte Cemente von einer sehr feinen Mahlung zu verwenden, deren höhere Herstellungskosten durch wesentliche Verbesserung des Mörtels ausgeglichen werden.

Die in dieser Vorschrift geforderte Feinheit von höchstens 10% Rückstand auf einem Siebe von 900 Maschen auf 1 qcm ist für den Stand der heutigen Fabrikation viel zu gering. Ein Blick auf die Prüfungsergebnisse der in der Charlottenburger Anstalt zahlreich ausgeführten Cementuntersuchungen[1]) lehrt, daß die meisten deutschen Handelscemente auf dem 900-Maschensieb fast durchweg nur wenige Procent Rückstand haben, und daß sogar Cemente mit mehr als 20% Rückstand auf dem Sieb von 5000 Maschen für 1 qcm zu den großen Seltenheiten gehören. Bei einer so feinen Mahlung des Cements reicht auch das außerhalb der Normen schon längst eingeführte Sieb von 5000 Maschen auf 1 qcm nicht mehr aus. Dazu kommt, daß diese Siebe nicht gleichmäßig im Handel zu haben sind[2]), und daß die Prüfung mittelst gewebter Siebe deshalb an großen Uebelständen leidet, zu denen auch gehört, daß die Handhabung des Siebes bezw. der verwendete Siebapparat das Ergebniß beträchtlich beeinflußt.

Je feiner das Sieb wird, um so schwieriger wird seine gleichmäßige Herstellung, und es ist einleuchtend, daß bei Cementen, in denen 80% des Mehls das 5000-Maschensieb passiren, dieses Sieb schon keinen geeigneten Maaßstab für die wirkliche Feinmahlung mehr abgiebt. Dazu kommt, daß innerhalb dieses Feinsten sich nach neueren Forschungen[3]) beim Lagern häufig eine weitere Nachfeinung vollzieht, die mit Sieben nicht mehr festgestellt werden kann, die sich aber beispielsweise in der Veränderung des Raumgewichts des lose eingefüllten und des eingerüttelten Mehls kenntlich macht. Aus diesen Gründen wird man nothgedrungen

---

[1]) „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten“ 1896 S. 256, 1897 S. 209.

[2]) Vergl. Gary, Sand- und Cementsiebe. „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten“ 1896 S. 294.

[3]) Mittheilung von F. M. Meyer im Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten. Die Nachfeinung wurde durch Schlämmen festgestellt.

dazu übergehen müssen, zur Bestimmung der Mahlfeinheit der Portland-Cemente das Siebverfahren zu verlassen und zum Schlämmverfahren oder zur Windsichtung überzugehen. Einheitliche Bestimmungen hierfür bestehen einstweilen noch nicht.

V. Festigkeit.

1. Zusammensetzung der Körper.

a) Cementsandmischung.

Für die Prüfung der Festigkeit eines Cements ist in Deutschland wie in den meisten anderen Ländern mit Ausnahme von Amerika und England und dessen Kolonien die Prüfung eines Mörtelgemisches aus Cement und Sand als entscheidende Probe eingeführt und zwar die Mischung aus 1 Gewichtstheil Cement und 3 Gewichtstheilen Normalsand. Die preußischen Normen schreiben dafür folgendes vor:

> Die Bindekraft von Portland-Cement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Die Prüfung soll auf Zug- und Druckfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen, und zwar mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Apparaten.
>
> Da man erfahrungsgemäß aus den mit Cement ohne Sandzusatz gewonnenen Festigkeitsergebnissen nicht einheitlich auf die Bindefähigkeit zu Sand schließen kann, namentlich wenn es sich um Vergleichung von Portland-Cementen aus verschiedenen Fabriken handelt, so ist es geboten, die Prüfung von Portland-Cement auf Bindekraft mittels Sandzusatz vorzunehmen.

Die selbstverständliche Bedingung für die Ausführung dieser Prüfungen ist die Verwendung eines stets gleich bleibenden Sandes, der unter dem Namen „Normalsand" in die Technik eingeführt worden ist. Ueber diesen Sand wird weiter unten noch gesprochen werden. Auf der Mischung von einem Theil Cement zu drei Theilen Normalsand ist gegenwärtig das gesammte Festigkeitsprüfungswesen des Portland-Cementes in Deutschland aufgebaut. Auf die Wichtigkeit der Verwendung hohen Sandzusatzes weisen die Normen vom 28. Juni 1887 ausdrücklich hin, indem Folgendes ausgeführt wird:

> Da verschiedene Cemente hinsichtlich ihrer Bindekraft zu Sand, worauf es bei ihrer Verwendung vorzugsweise ankommt, sich sehr verschieden verhalten können, so ist insbesondere beim Vergleich mehrerer Cemente eine Prüfung mit hohem Sandzusatz unbedingt erforderlich. Als geeignetes Verhältniß wird angenommen: Drei Gewichtstheile Sand auf einen Gewichtstheil Cement, da mit drei Theilen Sand der Grad der Bindefähigkeit bei verschiedenen Cementen in hinreichendem Maße zum Ausdruck gelangt.

Nun wird zwar der Grad der Bindefähigkeit der Cemente mit drei Theilen Sand hinreichend zum Ausdruck gebracht, bei den ungeheuren Fortschritten, welche die Fabrikation des Portland-Cementes in Deutschland in den letzten Jahrzehnten gemacht hat, erscheint es aber erwünscht, die Möglichkeit feinerer Unterscheidung durch die Prüfung zu gewinnen. Ich habe deshalb bereits im Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten den Gedanken angeregt, bei der bevorstehenden Revision der Normenvorschriften von den bisher geltenden Minimalfestigkeiten, über die weiter unten noch gesprochen werden wird, entweder gänzlich abzusehen, oder ihnen doch ein neues Unterscheidungsmerkmal an die Seite zu setzen, nämlich eine Zahl, welche die Verkittungsgrenze zwischen Cement und Sand derart angiebt, daß ersichtlich wird,

welcher Cement mit dem höchsten Sandzusatz eine gewisse Festigkeit erreicht. Eine solche Probe erscheint besonders vom praktischen Gesichtspunkte aus dringend erwünscht.

Sie würde eine viel bessere Ausnutzungsmöglichkeit der Cemente mit hoher Kittgrenze gewähren, die ja doch die technisch werthvollsten sind. Allerdings setzt eine solche Prüfung einen Sand voraus, welcher in seinen Korngrößen den praktischen Bausanden näher kommt als der bisher in Deutschland übliche grobkörnige Normalsand. Dieser Bedingung würde aber mit Einführung eines gemischtkörnigen Normalsandes leicht entsprochen werden können.

b) Normalsand.

Betreffs des Normalsandes bestimmen die preußischen Normen Folgendes:

> Um zu übereinstimmenden Ergebnissen zu gelangen, muß überall Sand von gleicher Korngröße und gleicher Beschaffenheit benutzt werden. Dieser Normalsand wird dadurch gewonnen, daß man möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen pro Quadratcentimeter siebt, dadurch die gröbsten Theile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sande mittels eines Siebes von 120 Maschen pro Quadratcentimeter noch die feinsten Theile entfernt. Die Drahtstärke der Siebe soll 0,38 mm beziehungsweise 0,32 mm betragen.
>
> Da nicht alle Quarzsande bei der gleichen Behandlungsweise die gleiche Festigkeit ergeben, so hat man sich zu überzeugen, ob der zur Verfügung stehende Normalsand mit dem unter der Prüfung des Vorstandes des Deutschen Cement-Fabrikanten-Vereins gelieferten Normalsande, welcher auch von der Königlichen Prüfungsstation in Charlottenburg-Berlin benutzt wird, übereinstimmende Festigkeitsergebnisse giebt.

Der preußische Normalsand wurde vor Einführung der Normen in Freienwalde a./O. gewonnen. Die Beschlüsse der internationalen Konferenzen zu München, Dresden, Berlin und Wien [1]) haben den Normalsand von Freienwalde als denjenigen anerkannt, der allen Vergleichen zu Grunde gelegt werden sollte. Sie führen Folgendes aus:

> „Der zu verwendende Sand soll Normalsand sein, zu erzeugen aus möglichst reinem Quarzsande.
>
> Normalsand im engeren Sinne, d. h. solcher, auf den alle Vergleiche sich beziehen sollen, ist der Sand von Freienwalde, der durch Drahtsiebe von 60 und 120 Maschen erzeugt ist.
>
> Den anderen Ländern außer Preußen soll es überlassen bleiben, sich ihren Normalsand zu beschaffen und zwar womöglich derart, daß er mit jenem Normalsand von Freienwalde von gleicher Wirkung in Bezug auf die erzielten Festigkeitsresultate sein soll. Ist dies nicht zu ermöglichen, so sollen zweckmäßige Vergleichskoefficienten zu ermitteln gesucht werden."

Dem hiermit ausgesprochenen Wunsche, die anderen Länder möchten ihren Normalsand derartig auswählen, daß er von gleicher Wirkung in Bezug auf die erzielten Festigkeitsergebnisse ist, wie der deutsche, ist bisher noch von keiner Seite entsprochen worden. Ich habe schon vor mehreren Jahren Veranlassung genommen, die Normalsande unserer Nachbarländer miteinander zu vergleichen [2]). Dabei hat sich herausgestellt, daß diese Sande in ihrer Wirkung auf die Festigkeit ganz außerordentlich verschieden sind, obgleich sie in ihren Korngrößen nicht

---

[1]) München. Theodor Ackermann 1893.

[2]) „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten" 1898 S. 121.

sehr wesentlich von einander abweichen. Zum Theil liefern diese Sande niedrigere, zum Theil höhere Festigkeiten als der deutsche Normalsand. Die einzelnen Sande verhalten sich gegenüber der Zugfestigkeit und gegenüber der Druckfestigkeit durchaus verschieden, und auch sonst zeigen sich derartige Abweichungen schon bei der Prüfung mit einem Cement, daß es mit sehr großen Schwierigkeiten verknüpft sein wird, feste Koefficienten zu ermitteln, die den Vergleich zwischen Cementen bei Verwendung der Sande der einzelnen Länder ohne weiteres ermöglichen. Das kann auch nicht befremden nach den Erfahrungen, die man in Deutschland mit dem Normalsand von Freienwalde gemacht hat. Durch zahlreiche Versuchsreihen ist bewiesen, daß selbst ganz geringfügige Schwankungen in der Lagerung dieser sehr gleichmäßigen Quarzvorkommen die Festigkeit des Cementmörtels beträchtlich beeinflussen können. Es hat sich ferner gezeigt, daß auch relativ geringe Schwankungen in der Korngröße die Festigkeit der Mörtel zu beeinflussen vermögen.

Nun hat man zwar versucht, sowohl in den preußischen Normen wie in den Beschlüssen der Konferenzen, die Korngrößen des Sandes durch die Vorschrift der zu verwendenden Drahtsiebe und ihrer Maschenweiten genau festzulegen, es ist aber festgestellt[1]), daß vollständig gleichmäßige und gleichbleibende Siebe eine praktische Unmöglichkeit sind, und daß bei Verwendung von gewebten Drahtsieben zur Normalsandfabrikation stets gewisse Schwankungen unausbleiblich sein werden.

Die Unterkommission Ib. des Internationalen Verbandes hat in ihren Vorschlägen diese Erfahrungen bereits berücksichtigt. Sie hat darauf hingewiesen, daß Quarzsande von einer bestimmten Korngröße sehr verschiedene Festigkeiten geben können, wenn diese Sande aus verschiedenen Orten stammen, auch wenn sie in ihrer Oberflächenbeschaffenheit und in ihren Beimengungen nur geringe Unterschiede zeigen. Sie erklärt es für erwünscht, einen bestimmten internationalen Sand zu vereinbaren und zu seiner Absiebung gelochte Bleche mit kreisrunden Löchern zu verwenden.

Der Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten ist in Verbindung mit der Versuchsanstalt zu Charlottenburg auf diesem Wege bereits vorgegangen. Sehr eingehende und mühevolle Arbeiten, über die in den Protokollen der Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten in den letzten Jahren ausführlich berichtet ist, haben zu einem Fabrikationsverfahren des Sandes in Freienwalde geführt, welches allen berechtigten Ansprüchen genügt. Die Eigenschaften des nach diesem Verfahren hergestellten und in den Handel kommenden preußischen Normalsandes, der auch in den übrigen deutschen Bundesstaaten benutzt wird, sind im Jahre 1901 durch folgende Beschlüsse festgelegt:

> „Bis zur Schaffung eines anderen wird der Normalsand aus tertiärem Quarzsand eines bestimmten Flötzes der Freienwalder Grube Hammerthal durch Waschen und Sieben gewonnen.
>
> Der Normalsand soll mindestens 99% SiO_2 und nicht mehr als 0,1% abschlämmbare Theile enthalten.
>
> Seine Körner sollen durch kreisrunde Löcher von 1,35 mm fallen und auf kreisrunden Löchern von 0,775 mm liegen bleiben. Die Bleche der Kontrolsiebe sollen 0,25 mm dick sein. Bei der Kontrole mit diesen Sieben dürfen nicht mehr als 2% zu grobe und 10% zu feine Körner zugelassen werden. Die Kontrole geschieht

[1]) „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten" 1896 S. 294.

durch die Kgl. Versuchsanstalt zu Charlottenburg. Der Sand wird in Säcken abgegeben, die mit der Plombe der Versuchsanstalt geschlossen sind."

Durch sorgfältige Mischungen des Rohsandes vor und nach dem Waschen, sauberes Auswaschen aller thonigen Bestandtheile, Absieben von Hand auf gleichmäßigen Sieben und Lagerung großer Mengen fertigen Sandes in Silos ist bisher ein sehr gleichmäßiger Sand erzeugt worden, der vor dem Verschluß der Säcke mit der Plombe der Versuchsanstalt von dieser noch auf Korngröße und Reinheit kontrolirt wird.

Wenn nach diesem Verfahren, aber unter Anwendung von drei Sieben, etwa ähnlich oder gleich denen, die in Frankreich Verwendung finden (Siebe von 2, 1,5 und 0,5 mm Durchmesser der runden Löcher), in Freienwalde ein gemischtkörniger Normalsand hergestellt werden würde, so würde die Ausgiebigkeit der sehr mächtigen Sandvorkommen beträchtlich erhöht werden und es ließen sich dann solche Mengen von Normalsand erzeugen, daß auch der internationale Markt damit versehen werden könnte. Das würde einen bedeutenden Schritt vorwärts auf dem Gebiete der internationalen Vereinbarung der Verfahren zur Prüfung von Cement bedeuten.

c) Mischverfahren.

Nach der Vorschrift der preußischen Normen soll die Mischung von Cement und Sand in einer Schüssel vorgenommen werden, zunächst trocken, darauf unter Zusatz von 10% Wasser. Die ganze Masse soll fünf Minuten lang tüchtig durchgearbeitet werden.

Ueber die hierzu benutzten Geräthe sind nähere Bestimmungen nicht getroffen. Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß für Portland-Cemente in der Feinmahlung, wie sie heute in Deutschland üblich ist, 10% Wasser fast durchgängig zu viel sind. Der mit zu viel Wasser angerührte Cementmörtel sondert schon nach wenig Schlägen auf die gefüllte Form reichlich Wasser und Cementbrei ab, magert sich hierdurch unkontrolirbar und verhindert die völlige Verdichtung. Man ist deshalb nothgedrungen dazu übergegangen, von der Normenvorschrift abzuweichen und den erforderlichen Wasserzusatz dem Cement jeweils anzupassen. Da nun die Höhe des Wasserzusatzes die Festigkeitsergebnisse wesentlich beeinflußt, derart, daß gewöhnlich (natürlich innerhalb gewisser Grenzen) die Cementmörtel mit geringerem Wasserzusatz die höheren Festigkeitsergebnisse liefern[1]), so hat der Mangel eines einheitlichen Verfahrens zur Bestimmung des Wasserzusatzes zu großen Unzuträglichkeiten geführt und vielfach die Uebereinstimmung der Festigkeitsergebnisse bei der Prüfung ein und desselben Cements an verschiedenen Orten verhindert. Dazu kam noch, daß sich mit der Zeit an den verschiedenen Prüfungsstellen ganz verschiedene Arten des Mischverfahrens ausgebildet hatten. Während in der Versuchsanstalt zu Charlottenburg die Raßmischung mit einer Mauerkelle auf der steinernen Tischplatte vorgenommen wurde, benutzte die Versuchsanstalt zu Stuttgart einen eigenartig geformten Topf mit einem schweren Spatel zur Mischung und verwandten andere Versuchsstellen einen schweren eisernen Löffel oder eine Reibschale mit Pistill. Zahlreiche Versuche haben ergeben[2]), daß die Art und die Dauer der Bearbeitung des Mörtels bei der Mischung das Festigkeitsergebniß beträchtlich beeinflussen. Man suchte deshalb nach einem geeigneten Maschinenmischverfahren, welches den Einfluß der Handarbeit ausschließen sollte. Seit einigen Jahren ist für diesen Zweck ein von Direktor Steinbrück in Karlstadt a. M. ersonnener und von

[1]) Vergl. Gary: Ueber die Ursachen der Abweichungen in den Festigkeitsergebnissen der Cementprüfungen an verschiedenen Orten. „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten" 1898 S. 10.

[2]) Ueber die Ursachen der Abweichungen u. s. w. a. a. O.

der Maschinenfabrik A. Schmelzer in Magdeburg gebauter Apparat erprobt worden. Ueber die gemeinsam mit dem Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten und den Versuchsanstalten zu Stuttgart und Charlottenburg ausgeführten Vorversuche mit diesem Mischapparat berichten die Protokolle der Jahresversammlungen des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten.

Der Apparat ist im Laufe der Zeit derart vervollkommnet worden, daß er als ein geeigneter Mischapparat für den Normalmörtel nunmehr empfohlen werden kann. Die letzten Versuchsreihen haben gezeigt, daß der wahrscheinliche Fehler bei der Prüfung der mit der Maschine gemischten Proben kleiner wird als der wahrscheinliche Fehler bei der Handmischung an verschiedenen Orten ist. Die Versuchsanstalten zu Stuttgart und Charlottenburg haben sich deshalb im Februar 1901 mit dem Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten dahin geeinigt, das Mischverfahren und gleichzeitig ein Verfahren für die Bestimmung des Wasserzusatzes neu zu vereinbaren und in Zukunft einheitlich auszuführen. Zu diesem Zwecke ist nach ausreichender Erprobung folgender Beschluß gefaßt und den preußischen Ministern mit der Bitte um sinngemäße Anerkennung als Zusatz zu den preußischen Normen vorgelegt worden:

Herstellung der Mischung und Ermittelung des Wasserzusatzes für den Normenmörtel.

Die Ermittelung des Wasserzusatzes zu der Mischung aus 1 Gewichtsthl. Cement und 3 Gewichtsthl. Normalsand für die Probekörper zur Festigkeitsprüfung erfolgt an den Würfelformen in der nachstehend beschriebenen Weise:

1. 500 g Cement und 1500 g Normalsand werden mit dem leichten Löffel[1]) in einer Schüssel trocken 1/2 Minute und nach dem Wasserzusatz nochmals 1/2 Minute gemischt, dann in dem Mörtelmischer (Steinbrück-Schmelzer[1]) gleichmäßig vertheilt und mit 20 Schalenumdrehungen durchgearbeitet.

2. 860 g dieses Mörtels werden in die Druckformen gefüllt. Die Aufsatzkästen der Würfelformen müssen den in der Versuchsanstalt Charlottenburg benutzten Apparaten gleich sein (s. „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten" 1896). Am unteren Rande tragen die Aufsatzkästen zwei Nuten nach anliegender Skizze (Fig. 1).

3. Der Mörtel ist zunächst mit 160 g (8 %) und mit 200 g (10 %) Wasser anzumachen. Nach dem Verhalten der hiermit eingeschlagenen Proben ist zu beurtheilen, welcher Grenze der richtige Wasserzusatz am nächsten liegt. Darnach sind die Versuche mit verändertem Wasserzusatz fortzusetzen. Der Wasserzusatz ist richtig gewählt, wenn zwischen dem 90. und 110. Schlage von einer der beiden Nuten Cementbrei herabzufließen beginnt. Das Mittel aus 3 Ver-

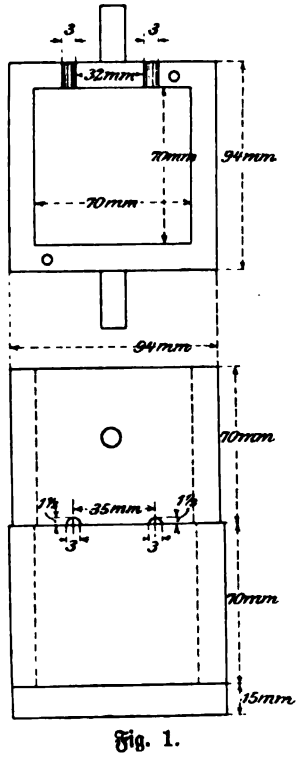


Fig. 1.

[1]) Die in den Absätzen 1—4 genannten Apparate können vom Chemischen Laboratorium für Thonindustrie, Berlin NW., Kruppstraße 6, bezogen werden.

suchskörpern mit gleichem Zusatz ist maßgebend. Die Proben für die Festigkeitsversuche werden mit dem auf diese Weise ermittelten Wasserzusatz hergestellt.

4. NB. Der Austritt des Wassers erfolgt schneller bei dem schon einmal benutzten Aufsatzkasten, als bei dem noch trockenen, deshalb ist der Versuch bei der erstmaligen Benutzung des Aufsatzkastens unsicher.

Die Beurtheilung des Wasseranspruches nach dem Schlammaustritt bei den Zugproben ist unzuverlässig.

2. Rammverfahren.

a) Normalmörtel.

In den preußischen Normen ist als Rammverfahren zur Anfertigung der Cementprobekörper in erster Linie das Einschlagen von Hand vorgesehen, daneben aber auch die maschinenmäßige Anfertigung und zwar mittelst des Schlagapparates von Böhme mit dem Hammer von 2 kg, der 150 Schläge auf jede Probe ausübt. Nach Schilderung dieser beiden Verfahren besagen die Normen:

Bei genauer Einhaltung der angegebenen Vorschriften geben Handarbeit und maschinenmäßige Anfertigung gut übereinstimmende Ergebnisse. In streitigen Fällen ist jedoch die maschinenmäßige Anfertigung die maßgebende.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß die Uebereinstimmung der Handarbeit und der maschinenmäßigen Anfertigung keineswegs leicht zu erreichen ist, und da ohnedies in Streitfällen die maschinenmäßige Anfertigung maßgebend sein soll, hat man sich bald dahin geeinigt, die maschinenmäßige Anfertigung, wenigstens soweit die Proben aus dem 1 + 3 Mörtel in Frage kommen, zu bevorzugen. Während in Süddeutschland früher ein anderer Rammapparat für diese Zwecke benutzt wurde, ist man neuerdings auch dort zur Benutzung des Böhmeschen Hammerapparates übergegangen, der zuerst in der preußischen Prüfungsstation für Baumaterialien Anwendung fand.

Die Herren von Tetmajer-Zürich und Greil-Wien haben s. Z. die Benutzung der Tetmajerschen Ramme empfohlen, welche bei Anwendung von zwei Fallgewichten verschiedener Schwere die Herstellung von Probekörpern für Zug und Druck mit gleicher Dichte ermöglichen soll. Mit dem Böhmeschen Apparat rammt man Zug- und Druckproben gleichmäßig mit 150 Schlägen des 2 kg-Hammers ein und erzeugt dadurch allerdings Körper von verschiedenem Raumgewicht. Die größere Masse des Würfels läßt sich mit der gleichen Anzahl Schläge und demselben Fallgewicht nicht so stark verdichten, wie die kleinere Masse in der Zugprobe, indessen sind die Unterschiede nicht sehr erheblich, und man ist der Meinung, daß sie überhaupt vernachlässigt werden können, weil ja alle Körper unter gleichen Umständen hergestellt werden und der Unterschied im Raumgewicht zwischen Zug- und Druckprobe in allen Fällen fast völlig der gleiche ist.

Der Hammerapparat bietet den Vorzug der größeren Einfachheit und Handlichkeit.

Die Einspannvorrichtung für die Körperformen ist durch eine von Martens erdachte Anordnung wesentlich vereinfacht und verbessert worden, und die Versuchsanstalt zu Charlottenburg hat sich darauf eingerichtet, die in den Handel kommenden Hammerapparate eingehend zu prüfen und in ihren wesentlichen Theilen mit denen der Versuchsanstalt zu vergleichen[1]).

Die Unterkommission Ib des Internationalen Verbandes hat in ihren Vorschlägen vom September 1899 die Frage, welche Apparate für die Anfertigung der Körper benutzt werden

[1]) „Mittheilungen" 1891 S. 93.

sollen, offen gelassen und nur allgemein vorgeschlagen, die Probekörper maschinell anzufertigen. Indessen würde die Vereinbarung eines bestimmten Apparats als internationaler Normalapparat doch von großem Vortheil sein, und von deutscher Seite wird zu diesem Zwecke der seit vielen Jahren erprobte und in seiner jetzigen Form sehr einfache und handliche Hammerapparat nach Böhme mit der Einspannvorrichtung Bauart Martens empfohlen.

b) Reiner Cement.

Ueber die Anfertigung der Proben aus reinem Cement bestimmen die preußischen Normen Folgendes:

> Daneben empfiehlt es sich, auch die Festigkeit des reinen Cements festzustellen.
>
> Die Prüfung des Cements ohne Sandzusatz empfiehlt sich namentlich dann, wenn es sich um den Vergleich von Portland-Cementen mit gemischten Cementen und anderen hydraulischen Bindemitteln handelt, weil durch die Selbstfestigkeit die höhere Güte bezw. die besonderen Eigenschaften des Portland-Cements, welche den übrigen hydraulischen Bindemitteln abgehen, besser zum Ausdruck gelangen, als durch die Probe mit Sand.

Die Erprobung der Festigkeit des reinen Cements hat mit der fortschreitenden Feinmahlung der Cemente sehr viel an Werth eingebüßt, indessen kann sie immerhin für bestimmte Zwecke nicht wohl entbehrt werden. Um zuverlässige Versuchsergebnisse zu erlangen, ist aber gerade bei dieser Probe die genaue Innehaltung der Vorschriften für die Anfertigung der Körper unerläßliche Bedingung.

> Nach Vorschrift der preußischen Normen sollen 1000 g Cement mit 200 ccm Wasser am besten mit einem Pistill 5 Minuten lang durchgerührt, dann in die Formen gefüllt und mittelst eines eisernen Spatels von 5 auf 6 cm Fläche, 35 cm Länge und etwa 250 g Gewicht anfangs schwach und von der Seite her, dann immer stärker so lange in die Formen eingeschlagen werden, bis der Cement elastisch wird und an seiner Oberfläche sich Wasser absondert; das die Form Ueberragende soll dann mit einem Messer abgestrichen und die Oberfläche geglättet werden. Das Herausnehmen aus der Form soll nicht früher erfolgen, bis der Cement genügend erhärtet ist. Die Aufbewahrung erfolgt dann wie die der 1 + 3 Proben in einem mit feuchter Luft erfüllten Kasten.

Bei sehr reinem oder bei rasch bindendem Cement ist die Wahl eines höheren Wasserzusatzes vorgesehen. Hierin liegt wieder die Schwierigkeit der gleichmäßigen Behandlung an verschiedenen Orten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die in den Normen vorgeschriebene Wassermenge in den meisten Fällen wie für Sandproben so auch für reine Proben zu hoch ist, sodaß mit diesem Wasserzusatz der gewünschte geringe Feuchtigkeitsgrad (Erdfenchte) des eingeschlagenen Mörtels nicht erreicht wird. Andrerseits darf aber der Wasserzusatz auch nicht zu niedrig sein, weil sich sonst Cemente mit großer Erhärtungsenergie so stark verdichten lassen, daß die Zugfestigkeit nach gewissem Alter nicht mehr fortschreitet, sondern abnimmt.

Es wird deshalb auch bei diesen Proben nothwendig, die erforderliche Wassermenge für jeden Cement vor dem Einschlagen durch Vorversuche zu bestimmen.

Das in der Versuchsanstalt hierfür erprobte, allerdings rein empirische Verfahren habe ich a. a. O. eingehend geschildert[1]). Daß dieses Verfahren, welches auf der Bestimmung der

[1]) „Mittheilungen“ 1895 S 191.

sogenannten Syrupkonsistenz des Cementbreies beruht, an gewissen Mängeln leidet, soll nicht bestritten werden. Die Aufsuchung wissenschaftlich begründeter und sicherer Verfahren für die Bestimmung des Wasserzusatzes der Reinproben wäre sehr erwünscht.

Das in anderen Ländern benutzte Verfahren der Einfüllung eines Cementbreies in mörtelähnlicher Beschaffenheit in die Form, welches auch von der Unterkommission Ib des internationalen Verbandes neben dem anderen empfohlen wird, leidet an noch größeren Mängeln als das Einschlagen der Reinproben und kann nach der in Deutschland gemachten Erfahrung nicht befürwortet werden. Insbesondere gelingt es nicht, durch das Einfüllen des nassen Breies befriedigende Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Werthen und an verschiedenen Orten zu erlangen.

3. Schädliche Einflüsse auf die Festigkeit der Proben.

a) Prüfungsapparate.

Unter der Voraussetzung, daß die zu den Cementprüfungen benutzten Apparate richtig, bezw. ihre Fehler bekannt sind und berücksichtigt werden, ist es gleichgültig, welche Apparate zur Prüfung der Körper auf Festigkeit Verwendung finden. Da aber jedem Apparat und jeder Maschine besondere Fehler anhaften, die nicht immer berücksichtigt werden, empfiehlt sich die Vereinbarung bestimmter Typen zur Ausführung gleichartiger Arbeitsleistungen.

Die preußischen Normen enthalten allgemein die Vorschrift, daß bei der Normenprüfung der Cemente die in der Königlichen Prüfungsstation für Baumaterialien (jetzt Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt) zu Charlottenburg benutzten Apparate zur Verwendung kommen sollen. Diese Apparate sind mit den geübten Verfahren zum größten Theil in den „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten“ 1896 S. 155 ff. beschrieben worden.

Einige Apparate sind neu hinzugekommen.

Für die Mörtelmischung kommt, wie bereits erwähnt, demnächst der Mörtelmischapparat Bauart Steinbrück-Schmelzer zur Anwendung, zum Formen der Probekörper steht der Hammerapparat Bauart Böhme mit der Einspannvorrichtung nach Martens zur Verfügung.

Die Prüfung der Körper erfolgt auf der Zerreißmaschine von Frühling-Michaelis und auf der 32 t-Presse von Amsler-Laffon. Der Fehler dieser Presse beträgt, wie durch wiederholte Prüfung festgestellt wurde, weniger als 1%.

b) Form der Körper.

Bezüglich der Form der Körper schreiben die preußischen Normen vor:

> Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche, die Druckproben an Würfeln von 50 qcm Fläche vorzunehmen.

Die Form der deutschen Zugproben, die sich der Gestalt der 8 anschließt, dürfte bekannt sein, sodaß darüber nichts mehr gesagt zu werden braucht. Dieselbe Form ist in Frankreich, in Oesterreich-Ungarn, in Rußland und in den skandinavischen Ländern in Gebrauch.

Ueber die Einflüsse, welche die Beschaffenheit der Formen, das Oelen und das Einfüllen des Mörtels in die Formen ausübt, habe ich eine Reihe von Untersuchungen in den „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten“ 1898 S. 45 ff. veröffentlicht. Ebenda, S. 61 ff., finden sich auch Versuche über den Einfluß des Abschneidens und Glättens der Proben und der Zeitdauer des Belassens der Proben in der Form.

Es ist üblich, die Zugproben etwa ½ Stunde, die Druckproben 20 Stunden in der Form zu belassen und sie während dieser Zeit und bis zum Ablauf von 24 Stunden, vor Austrocknung geschützt, in einem bedeckten Blechkasten aufzubewahren.

c) Werthschätzung der Zug- und Druckproben.

In den Normen ist bereits hervorgehoben:

> Obgleich das Verhältniß der Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit bei den hydraulischen Bindemitteln ein verschiedenes ist, so wird doch vielfach nur die Zugfestigkeit als Werthmesser für verschiedene hydraulische Bindemittel benutzt. Dies führt jedoch zu einer unrichtigen Beurtheilung der letzteren. Da ferner die Mörtel in der Praxis in erster Linie auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen werden, so kann die maßgebende Festigkeitsprobe nur die Druckprobe sein.

und ferner:

> Die maßgebende Festigkeitsprobe ist die Druckprobe nach 28 Tagen, weil in kürzerer Zeit, beim Vergleich verschiedener Cemente, die Bindekraft nicht genügend zu erkennen ist. So können z. B. die Festigkeitsergebnisse verschiedener Cemente bei der 28-Tagesprobe einander gleich sein, während sich bei einer Prüfung nach sieben Tagen noch wesentliche Unterschiede zeigen.
>
> Als Prüfungsprobe für die abgelieferte Waare dient die Zugprobe nach 28 Tagen. Will man jedoch die Prüfung schon nach sieben Tagen vornehmen, so kann dies durch eine Vorprobe geschehen, wenn man das Verhältniß der Zugfestigkeit nach sieben Tagen zur 28-Tagefestigkeit an dem betreffenden Cement ermittelt hat. Auch kann diese Vorprobe mit reinem Cement ausgeführt werden, wenn man das Verhältniß der Festigkeit des reinen Cements zur 28-Tagefestigkeit bei 3 Theilen Sand festgestellt hat.
>
> Es empfiehlt sich, überall da, wo dies zu ermöglichen ist, die Festigkeitsproben an zu diesem Zwecke vorräthig angefertigten Probekörpern auf längere Zeit auszudehnen, um das Verhalten verschiedener Cemente auch bei längerer Erhärtungsdauer kennen zu lernen.

Obgleich hiernach als maßgebende Festigkeitsprobe die Druckprobe bestimmt ist, hat sich doch mit der Zeit in der Praxis der Brauch eingebürgert, die Portland-Cemente fast ausschließlich nach der Zugprobe zu beurtheilen, die mit weniger kostspieligen Apparaten und mit weniger Aufwand an Zeit, Mörtelmaterial und Raum ausgeführt werden kann. Diese Gepflogenheit hat dahin geführt, daß die deutschen Cementfabriken beim Angebot ihrer Waare zumeist eine bestimmte Höhe der Zugfestigkeit des 1 + 3-Mörtels garantirt haben, und die weitere Folge davon ist das Streben nach hoher Zugfestigkeit gewesen, ein Bestreben, welches gewisse Gefahren für die Beständigkeit der Cemente mit sich bringt.

In den diesjährigen Verhandlungen des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten ist daher mit Recht die Umkehr auf diesem Wege beschlossen worden; man hat sich dahin geeinigt, mit Einführung des maschinellen Mischverfahrens auch der Druckprobe wieder den höheren Werth beizumessen und die Zugprobe erst in zweiter Linie zur Beurtheilung heranzuziehen.

Zu dieser Entscheidung hat neben der praktischen Erwägung, daß in den weitaus meisten Fällen die Beanspruchung des Mörtels in der Praxis auf Druck erfolgt, der Umstand Anlaß

gegeben, daß die Ausführung der Druckprobe größere Zuverlässigkeit der Ergebnisse gewährleistet. Die Abweichungen der einzelnen Werthe vom Mittelwerthe sind bei den Zugversuchen beträchtlich größer als bei den Druckversuchen[1]).

Eingehenden Aufschluß über den Sicherheitsgrad und die Beurtheilung der Festigkeitsversuche nach den Normen giebt eine Arbeit von Martens, in der er aus einer großen Zahl von Versuchen, die an verschiedenen Stellen ausgeführt wurden, die wahrscheinlichen Fehler für den Zugversuch und den Druckversuch berechnet hat[2]). Hiernach schwankt der wahrscheinliche Fehler bei Zugversuchen im Mittel zwischen $\pm$ 3 und $\pm$ 5 % (wahrscheinliche Fehler unter $\pm$ 2 und über $\pm$ 7 % sind selten.); für Druckversuche beträgt der Fehler dagegen nur $\pm$ 1 bis $\pm$ 3 %.

Obgleich die Normen als Entscheidungsprobe nur die 28-Tagesprobe anerkennen, ist es doch üblich geworden, bei einer vollständigen Normenprüfung auch die Prüfung auf Zug- und Druckfestigkeit nach 7 Tagen mit auszuführen.

d) Prüfung der Proben.

Die Normen schreiben für die Behandlung der Proben bei der Prüfung folgendes vor:

Alle Proben werden sofort bei der Entnahme aus dem Wasser geprüft. Da die Zerreißungsdauer von Einfluß auf das Resultat ist, so soll bei der Prüfung auf Zug die Zunahme der Belastung während des Zerreißens 100 g pro Sekunde betragen. Das Mittel aus den 10 Zugproben soll als die maßgebende Zugfestigkeit gelten.

Bei der Prüfung der Druckproben soll, um einheitliche Ergebnisse zu erhalten, der Druck stets auf zwei Seitenflächen der Würfel ausgeübt werden, nicht aber auf die Bodenfläche und die bearbeitete obere Fläche. Das Mittel aus den 10 Proben soll als die maßgebende Druckfestigkeit gelten.

Während der Erhärtung der Proben können sich verschiedene Einflüsse geltend machen, die beachtet werden müssen. Sie sind begründet in der Wassererneuerung, in etwaigen Erschütterungen, in der Möglichkeit des Austrocknens der Proben durch Bestrahlung oder Luftzug in den ersten 24 Stunden und in der Wärme der Luft und des Wassers[3]).

Vollständig gleichmäßige Behandlung der Proben ist daher für die Gewinnung übereinstimmender Prüfungsergebnisse unerläßliche Bedingung.

Was die Zahl der Proben jeder Reihe anbelangt, so hat man in Deutschland im Allgemeinen daran festgehalten, je 10 Proben zu prüfen und das Mittel aus allen ohne Ausschluß der nach unten hin stark abweichenden Proben zu bilden.

An anderen Stellen ist man geneigt, die extremen Werthe von der Bildung des Mittelwerthes auszuschließen. In der Versuchsanstalt zu Charlottenburg erfolgt indessen der Ausschluß stark abweichender Werthe nur dann, wenn ein Fehler in der Probe oder bei der Versuchsausführung nachgewiesen werden kann. Die Verwendung von je zwei Seitenflächen der Würfel als Druckflächen empfiehlt sich wegen der größeren Parallelität und Glätte dieser Flächen gegenüber der oberen und unteren Fläche.

---

[1]) „Mittheilungen aus den Königlich technischen Versuchsanstalten" 1898 S. 26.

[2]) „Protokoll der Verhandlungen des Vereines deutscher Portland-Cementfabrikanten" 1900 S. 219.

[3]) „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten" 1898 S. 69 ff.

4. Werthziffern für Portland-Cement.

Die Normen schreiben vor:

Langsam bindender Portland-Cement soll bei der Probe mit 3 Gewichtstheilen Normalsand auf 1 Gewichtstheil Cement nach 28 Tagen Erhärtung — 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimal-Zugfestigkeit von 16 kg pro Quadratcentimeter haben. Die Druckfestigkeit soll mindestens 160 kg pro Quadratcentimeter betragen.

Bei schnell bindenden Portland-Cementen ist die Festigkeit nach 28 Tagen im Allgemeinen eine geringere, als die oben angegebene. Es soll deshalb bei Nennung von Festigkeitszahlen stets auch die Bindezeit aufgeführt werden.

Obgleich die hiermit festgelegten Werthziffern höher sind als die aller anderen Länder, die zum Theil mit noch günstigerem Normalsand arbeiten, sind sie doch für den heutigen Stand der deutschen Cementfabrikation noch zu niedrig; indessen ist bisher von einer Aenderung dieser Werthziffern Abstand genommen worden, weil eine durchgehende Revision der Normenvorschriften geplant und damit möglicherweise ein anderer (gemischtkörniger) Normalsand eingeführt wird. Hierdurch würden sich ohnehin die Grenzwerthe für die zu fordernde Festigkeit verschieben.

Wie die deutsche Cementindustrie bisher bahnbrechend für die Prüfung und die Werthschätzung der Portland-Cemente des Handels gewesen ist, so wird sie auch in Zukunft auf dem einmal betretenen Wege fortschreiten und unausgesetzt an der Vervollkommnung der Prüfungsverfahren arbeiten, deren Ausbildung und sorgfältige Beachtung die deutsche Cementindustrie zu so hoher Blüthe gebracht hat.

II. Versuche mit dem Sandstrahl-Gebläse.

Für gewisse Materialien ist es nothwendig, oder zum Mindesten nützlich, zu wissen, welchen Widerstand sie gegen Abreibung oder Schleifung bieten. Bekanntlich steht dieser Widerstand in keinem bestimmten Verhältniß zur Druckfestigkeit oder zur Dichtigkeit des Materials. Man hat deshalb in das Prüfungswesen Schleifversuche eingeführt, die an den meisten Prüfungsstellen mit Hülfe von wagerecht kreisenden Gußeisenscheiben ausgeführt werden, die man mit trockenem Schmirgel bestimmter Korngröße bestreut und an welche die abzuschleifenden Körper angedrückt werden. Den Stoffverlust, den die Körper nach einer gewissen Inanspruchnahme erleiden, bezeichnet man mit „Abnutzung“ [1]).

Diese Abnutzungszahl soll einen Maßstab abgeben für die größere oder geringere Widerstandsfähigkeit des Körpers, z. B. eines Pflastersteines oder einer Thonfliese im praktischen Gebrauch.

Der Schleifversuch allein vermag nun diese Anforderung nur sehr unvollkommen zu erfüllen; denn weder ein Pflasterstein noch ein Flur- oder Zimmerbodenbelag wird ausschließlich durch Schleifen beansprucht. Das Pflaster wird neben der schleifenden Wirkung der Wagenräder noch durch die Stöße der Räder beim Abrollen von einem Stein auf den anderen und

[1]) Man sollte sich daran gewöhnen, das Wort „Abnutzung“ niemals für sich, ohne Angabe des Verfahrens zu gebrauchen, um dem Irrthum, daß es sich um eine „Abnutzung“ ähnlich oder gleich der im natürlichen Gebrauche handele, zu begegnen. Den Massenverlust beim Schleifen bezeichne man mit „Schleifverlust“ oder „Abgeschliffenes“.

durch die Schläge der Pferdehufe beansprucht und auch Bürgersteige, Flure und Treppen erleiden Stöße und werden nicht lediglich abgeschliffen.

Auf den Grad der Abschleifung ist außerdem die Beschaffenheit der aufeinander reibenden Körper und die Art der Bewegung von wesentlichem Einflusse. Das rollende Wagenrad wirkt anders als die schleifende Stiefelsohle.

Weiche elastische Stoffe werden sich bei einem Abnutzungsversuch, während dessen das schleifende Korn einen Bestandtheil eines festen Körpers bildet (wie bei der Schmirgelscheibe, dem Schleifsteine), stets stärker abnutzen, als bei einem Versuch, bei dem das schleifende Korn zwischen dem abzuschleifenden Körper und der Unterlage hindurch geführt wird (wie beim Abnutzungsversuch mit trockenem Schmirgel oder nassem Sand auf der Gußeisenscheibe). Das Korn drückt sich in die weiche Masse ein und verleiht ihm eine widerstandsfähigere Oberfläche[1]).

Professor Hannover hat sich durch diese Thatsache zur Ausbildung eines Verfahrens veranlaßt gesehen, bei welchem er Sandpapier als Schleifmittel benutzte[2]).

Er glaubte auf diese Weise den Verhältnissen der Praxis näher zu kommen. Leider ist Herr Professor Hannover erkrankt und kann heute nicht hier sein, so daß ich mich über diesen Punkt nicht mit ihm auseinandersetzen kann.

Ich darf aber vielleicht einschalten, daß ich seine Ueberzeugung auf Grund meiner Erfahrung nicht theile, und daß wohl der beste Abnutzungsversuch der praktische Versuch auf der Treppe oder dem Pflaster ist, wie er von der Versuchsanstalt wiederholt angeregt wurde, oder wie ihn z. B. ein Steinbruchbesitzer in Schweden ausführen soll, der ein paar Wagenräder im Kreise über das Pflaster rollen läßt und gleichzeitig durch eine geeignete Vorrichtung den Hufschlag der Pferde nachahmt.

Jedes Verfahren, bei dem das schleifende Korn festliegt, wird unter dem Uebelstand leiden, daß schließlich das Korn selbst abgeschliffen wird und seinen Zustand verändert; das Streben sollte deshalb dahin gehen, das Korn unabhängig von seinem Träger zu machen und jedes Korn nur einmal zum Angriff zu benutzen. Diese Bedingungen erfüllt das Sandstrahlgebläse.

Ueber die Einrichtung der Maschine und ihre Bethätigung zu sprechen, behalte ich mir für später vor; ich will heute nur eine Anzahl Proben[3]) vorzeigen, aus denen ersehen werden kann, daß das Verfahren nicht nur geeignet ist, werthvolle Aufschlüsse über die Abschleifbarkeit der zur Pflasterung und zum Fußbodenbelag dienenden Baustoffe zu geben, sondern auch die Bearbeitungsmöglichkeit der Baustoffe, besonders auch der Hartgesteine zu kennzeichnen.

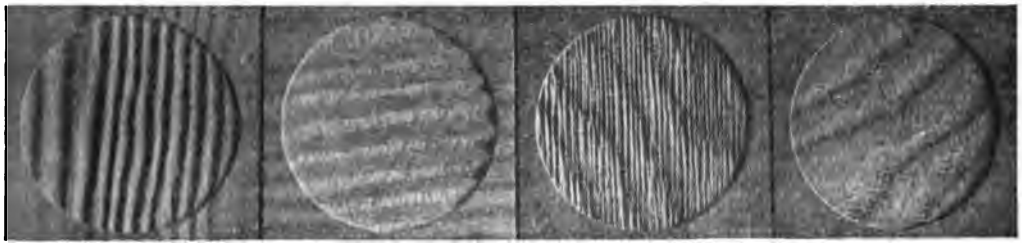
Alle Körper, die ich Ihnen hier vorlege, sind in gleicher Weise beansprucht; nämlich von einem Sandstrahl, der mit drei Atmosphären Dampfdruck während zweier Minuten auf die zu prüfende Fläche gerichtet wurde. Ich habe zunächst eine Reihe der beliebtesten Holzarten dem Sandstrahl ausgesetzt. Sie sehen an den Proben, wie schön die Maserung der Hölzer und der Unterschied der Widerstandsfähigkeit des Splint- und des Kernholzes zum Ausdruck kommen; ferner habe ich eine Anzahl natürlicher und künstlicher Steine geprüft, und zwar bei den natürlichen Steinen jedesmal eine (früher zum Schleifversuch benutzte) Fläche,

[1]) Martens: Baumaterialienkunde 1901. S. 12.

[2]) „Baumaterialienkunde" 1901. Heft 1/2. S. 12.

[3]) Die Proben wurden in zwei Kästen vorgezeigt. Sie umfaßten zur Hälfte Hölzer, zur anderen Hälfte künstliche und natürliche Bausteine. Da demnächst die ausführliche Veröffentlichung der Versuche und ihrer Ergebnisse beabsichtigt ist, sind hier nur einige charakteristische Beispiele zur Abbildung gelangt.

Prüfungen mit dem Sandstrahlgebläse.



Kiefernholz. Eichenholz.

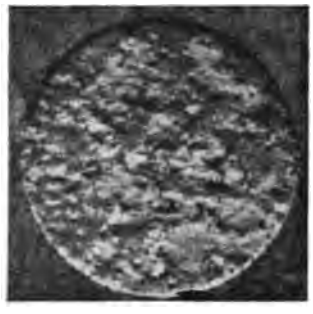
Granitoidplatte.

Gekuppte Cementplatte mit dichter Oberschicht.

Gewöhnliche Betonplatte.

Basalt.

Grauwacke.



Granit.

Grauwackensandstein.

Sandstein.

Kalkstein.

die mit der Lagerrichtung des Gesteins parallel läuft und eine Fläche senkrecht dazu und zur Schichtung des Körpers. Sie werden bei Betrachtung der Körper erkennen, daß das neue Prüfungsverfahren bestimmte Charaktereigenschaften der Materialien recht deutlich zur Erscheinung bringt. Man sieht an den Steinkörpern deutlich die Schichtung, die etwa vorhandenen Einschlüsse, Nester und Hohlräume; harte Stellen treten hervor, während die weichen sich fortschleifen; das Korn des Gesteins kommt zur Wirkung u. s. w. Die abgeblasenen Flächen einiger Sandsteine zeigen genau das Aussehen alter verwitterter Sandsteinfassaden, die ja auch zum Theil durch den Sand des Straßenstaubes in ganz ähnlicher Weise beansprucht werden. Wie es scheint, geht der Stoffverlust vor dem Gebläse, ausgedrückt in Gewichtsprocenten des beanspruchten Körpers, bei vielen Gesteinen parallel mit dem Schleifverlust auf der Gußeisenscheibe mit Schmirgel. Der Sandstrahlversuch besitzt aber vor dem Schleifversuch den Vorzug, daß die Anschauung der beanspruchten Fläche ein direktes Bild von der Widerstandsfähigkeit und der Art des Verschleißens des Materials liefert. Er giebt durch bloßen Augenschein wahren Aufschluß über die Gleichartigkeit oder Ungleichartigkeit des Materials, über die einzelnen Bestandtheile, welche den Körper zusammensetzen, die Lagerung der Körner, ihre Härte, ihre Größe, den größeren oder geringeren Zusammenhang u. s. w. Mit dem Sandstrahlversuch gewinnt man schließlich auch — und das ist unter Umständen sehr wichtig — ein deutliches Bild der Bearbeitungsmöglichkeit und Verwendbarkeit eines Gesteines als Baustein in der Fassade. Bei der Auswahl der Bausteine ist die Beschaffenheit und die architektonische Wirkung der bearbeiteten Fläche häufig ausschlaggebend. Der Sandstrahlversuch bietet auch ein Mittel zur Feststellung der Schichtung eines Gesteinskörpers, zur Ermittelung der Lagerflächen, was bei der Herstellung von Probekörpern für die Druckversuche unter Umständen von Bedeutung ist.

Ein besonderer Vorzug des Verfahrens liegt endlich darin, daß es ohne die geringste Schwierigkeit immer wieder gleichmäßig auszuführen ist und nur sehr wenig Zeit beansprucht.

Ich werde die Versuche fortsetzen und später über die zahlenmäßigen Ergebnisse ausführlich berichten.

III. Zerreißapparat für Mörtelproben.

Die umständliche Handhabung des in Deutschland zumeist im Gebrauch befindlichen Hebelapparates, Bauart Frühling-Michaelis, mit Schrot- oder Wasserzulauf und die vielfach beobachtete Unzuverlässigkeit der Belastungssteigerung durch Einlaufenlassen von Schrot haben Herrn Geh. Regierungsrath Professor Martens veranlaßt, den Bau eines neuen Apparates anzuregen, bei dem die Kraftmessung mit Hülfe einer Spiralfeder erfolgt. Ein solcher Apparat ist von dem Fabrikanten Louis Schopper in Leipzig gebaut, während einiger Zeit in der Versuchsanstalt erprobt und nun hier im Saale aufgestellt worden.

Der Fabrikant ist selbst anwesend und wird den Apparat gern im Betriebe vorführen. Die Konstruktion ist aus dem Schema (Fig. 2) ersichtlich.

Die Hebelanordnung mit fünfzigfacher Uebersetzung ist ähnlich der des Apparates nach Frühling-Michaelis. Dagegen erfolgt die Ausübung des Zuges mit Hülfe der Spindel d durch Drehen des Handrades g. Um nach beendetem Versuch die untere Klaue wieder auf die richtige Einspannhöhe zu bringen, wird der Hemmstift v herausgezogen und die Antriebsspindel d mit der unteren Klaue durch eine Drehung des Handrades w wieder angehoben.

Die Kraftmeſſung erfolgt mit Hülfe der Spiralfeder f. Deren Verlängerung, die das Maaß für die ausgeübte Kraft abgiebt, wird mittelſt der Hebelvorrichtung k i auf den Zeiger h übertragen. Auf dem Zifferblatt kann man die Belaſtung in kg/qcm im Augenblicke des Bruches unmittelbar ableſen. Für die Hemmung des Zeigers ſorgt der Excenterhebel p. Das Zurückſchnellen der Spiralfeder und die Erſchütterung des Apparates wird durch die Klinkenvorrichtung m n vermieden. Nach erfolgter Ableſung der Bruchlaſt wird durch Eindrücken des Stiftes t die Hemmung ausgelöſt und durch Druck auf den Stift s der Zeiger wieder in die Nullage gebracht.

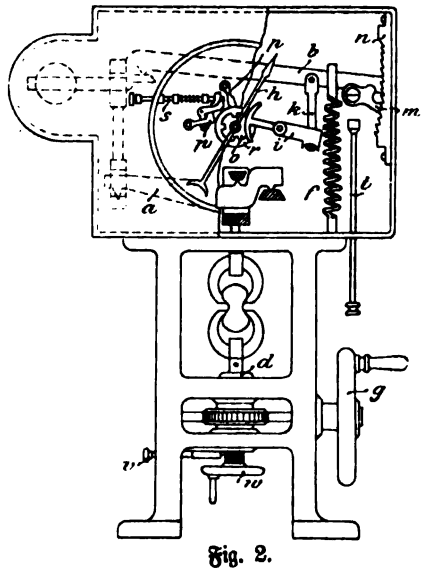


Fig. 2.

Der Apparat arbeitet ſehr zuverläſſig, ſeine Kontrole, bezw. die Kontrole der Spiralfeder iſt durch direkte Belaſtung an der Spindel d leicht ausführbar.

In der Verſuchsanſtalt ſind bisher erſt einige Vergleichsreihen mit dem alten und dem neuen Apparat ausgeführt worden, deren Ergebniſſe in der Tabelle zuſammengeſtellt ſind. Auf welche Urſachen die etwas höheren Werthe des Schopperſchen Apparates zurückzuführen ſind, konnte noch nicht feſtgeſtellt werden.

Ergebniſſe vergleichender Verſuche mit den Apparaten von Frühling-Michaelis und Schopper.

Verſuch Nr.	Reiner Cement		Miſchung 1 + 3		Miſchung 1 + 3		Miſchung 1 + 3		Miſchung 1 + 3	
	7 Tage alt	28 Tage alt	7 Tage alt	28 Tage alt	7 Tage alt	28 Tage alt	7 Tage alt	28 Tage alt	7 Tage alt	28 Tage alt
Mit dem Apparat der Verſuchsanſtalt geprüft (Frühling-Michaelis).										
1	40,2	49,1	13,4	19,2	16,0	22,2	16,0	20,0	10,1	13,5
2	43,0	50,3	13,5	19,3	16,1	23,0	16,0	20,2	10,4	14,3
3	43,6	53,2	13,6	19,5	16,4	23,7	17,0	20,3	10,8	14,5
4	44,0	53,6	13,7	19,6	16,5	24,3	17,1	21,0	10,8	14,7
5	44,7	56,8	13,7	19,8	16,8	24,4	17,1	21,1	11,3	14,7
6	44,9	57,3	13,9	19,8	16,9	24,4	17,2	21,2	11,9	15,1
7	45,0	58,1	14,0	20,0	17,0	24,5	17,7	21,5	11,9	15,3
8	45,5	58,4	14,5	21,1	17,3	24,7	17,9	21,6	12,0	15,4
9	49,1	59,3	14,7	21,3	17,4	25,0	18,0	22,2	12,0	15,7
10	51,8	59,5	14,7	21,5	17,9	25,9	20,3	22,3	12,8	16,8
Mittel	45,2	55,6	14,0	20,1	16,8	24,2	17,4	21,1	11,4	15,0
Mit dem Apparat von Schopper geprüft.										
					8 Tage alt					
1	46,4	57,3	14,7	23,2	16,2	24,5	14,6	22,7	9,9	15,0
2	46,7	59,7	15,1	23,3	16,3	24,7	16,3	23,0	10,7	15,0
3	46,8	61,8	15,2	23,4	16,9	24,8	16,3	23,1	11,2	15,4
4	47,2	62,7	15,3	23,7	17,2	25,8	16,3	24,4	11,6	15,6
5	47,7	63,4	15,6	23,9	17,3	26,1	16,6	24,7	11,8	17,2
6	48,6	64,0	15,7	24,1	17,4	26,5	16,7	24,9	12,0	17,2
7	48,6	64,4	15,8	24,4	17,8	26,8	16,8	25,4	12,2	17,2
8	49,0	65,2	15,9	24,4	17,8	26,8	17,2	25,6	12,3	17,7
9	49,8	65,4	16,0	24,8	18,3	28,0	17,3	26,2	13,3	18,2
10	51,2	67,2	16,8	25,1	19,0	28,4	17,4	27,6	13,3	18,4
Mittel	48,2	63,1	15,6	24,0	17,4	26,2	16,6	24,8	11,8	16,7

4. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Behördenlieferungen.

Nach Einführung der Wasserzeichenpapiere im Jahre 1893 wurde von Papierhändlern vielfach die Befürchtung ausgesprochen, daß sich das Geschäft in Normalpapieren mehr und mehr zwischen den Behörden und dem Fabrikanten selbst unter Umgehung des Zwischenhandels abwickeln würde, weil das Wasserzeichen in jedem einzelnen Falle die erzeugende Fabrik kennzeichne. Soweit die Erfahrungen der Versuchsanstalt einen Schluß zulassen, ist diese Befürchtung grundlos gewesen.

Eine Reihe von Behörden theilt der Versuchsanstalt bei Einreichung von Prüfungsanträgen auch die Bezugsquelle der zu prüfenden Papiere mit; diese Mittheilungen zahlenmäßig zusammengestellt ergeben seit 1890 folgende Uebersicht:

Jahr	Anzahl der von Behörden eingereichten Papiere	Nach Angabe der Behörden wurden bezogen von		Keine Angaben über die Bezugsquelle wurden gemacht bei
		Fabrikanten	Händlern	
1890	454	2,2 %	30,0 %	67,8 %
1891	414	2,9 „	35,7 „	61,4 „
1892	361	2,2 „	32,1 „	65,7 „
1893	455	5,9 „	30,5 „	63,6 „
1894	565	4,1 „	50,6 „	45,3 „
1895	415	1,7 „	34,5 „	63,8 „
1896	788	1,1 „	22,1 „	76,8 „
1897	677	1,6 „	24,2 „	74,2 „
1898	660	2,4 „	29,1 „	68,5 „
1899	791	1,3 „	22,4 „	76,3 „
1900	916	1,0 „	23,8 „	75,2 „

Die Zusammenstellung zeigt, daß diejenigen Behörden, die Mittheilung über die Bezugsquelle gemacht haben, ihre Waare vorzugsweise von Händlern bezogen, und daß in dem Verhältniß, in dem Fabrikanten und Händler an den Lieferungen betheiligt waren seit 1893, keine nennenswerthe Aenderung eingetreten ist. Ueber die Mehrzahl der Papiere liegt nun zwar keine Angabe vor, es erscheint aber die Vermuthung berechtigt, daß sich auch diese in einem ähnlichen Verhältniß wie die Minderzahl auf Händler und Fabrikanten vertheilen werden.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIX. Jahrgang. **1901.** Fünftes u. sechstes Heft.

1. Bekanntmachung.

Die Herren Minister für Handel und Gewerbe, der öffentlichen Arbeiten und der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten haben mittelst Erlasses vom 22. Oktober 1901

I. 6784. M. f. H., $\frac{\text{III. 18331.}}{\text{I. D. 15093.}}$ M. d. ö. A., U. I. 24204. M. d. g. A.,

an Stelle des zum Berghauptmann und Direktor des Oberbergamts in Bonn ernannten Geheimen Oberbergraths von Ammon, den Geheimen Bergrath Baur zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 25. Oktober 1901.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.

gez. Schultz.

---

2. Dauerversuche mit nahtlosen Stahlflaschen zur Aufbewahrung von Kohlensäure.

Vom Direktor Geh. Reg.-Rath Professor A. Martens.

In den „Mittheilungen" 1896 S. 2 konnte der Bericht über die „Ergebnisse von Untersuchungen mit zersprungenen eisernen Flaschen für die Aufbewahrung von Wasserstoff" veröffentlicht werden, die im Auftrage der Königlichen Luftschiffer-Abtheilung in Berlin ausgeführt worden waren. Aus den Versuchsergebnissen wurde ein Gutachten über die Natur des Materials in den zersprungenen Flaschen abgeleitet und danach der Vorschlag für die Lieferungsbedingungen für Gasflaschen aufgestellt. Dieser Vorschlag ist in seinen wesentlichen Zügen den späteren Lieferungen von Wasserstoffflaschen zu Grunde gelegt und soll sich gut bewährt haben.

Es wurde vorgeschlagen von je 100 Stück zur Ablieferung fertiger Flaschen zwei Stück durch die Wasserdruckprobe bis zur bleibenden Umfangvergrößerung von 0,5 bis 1,5 mm zu

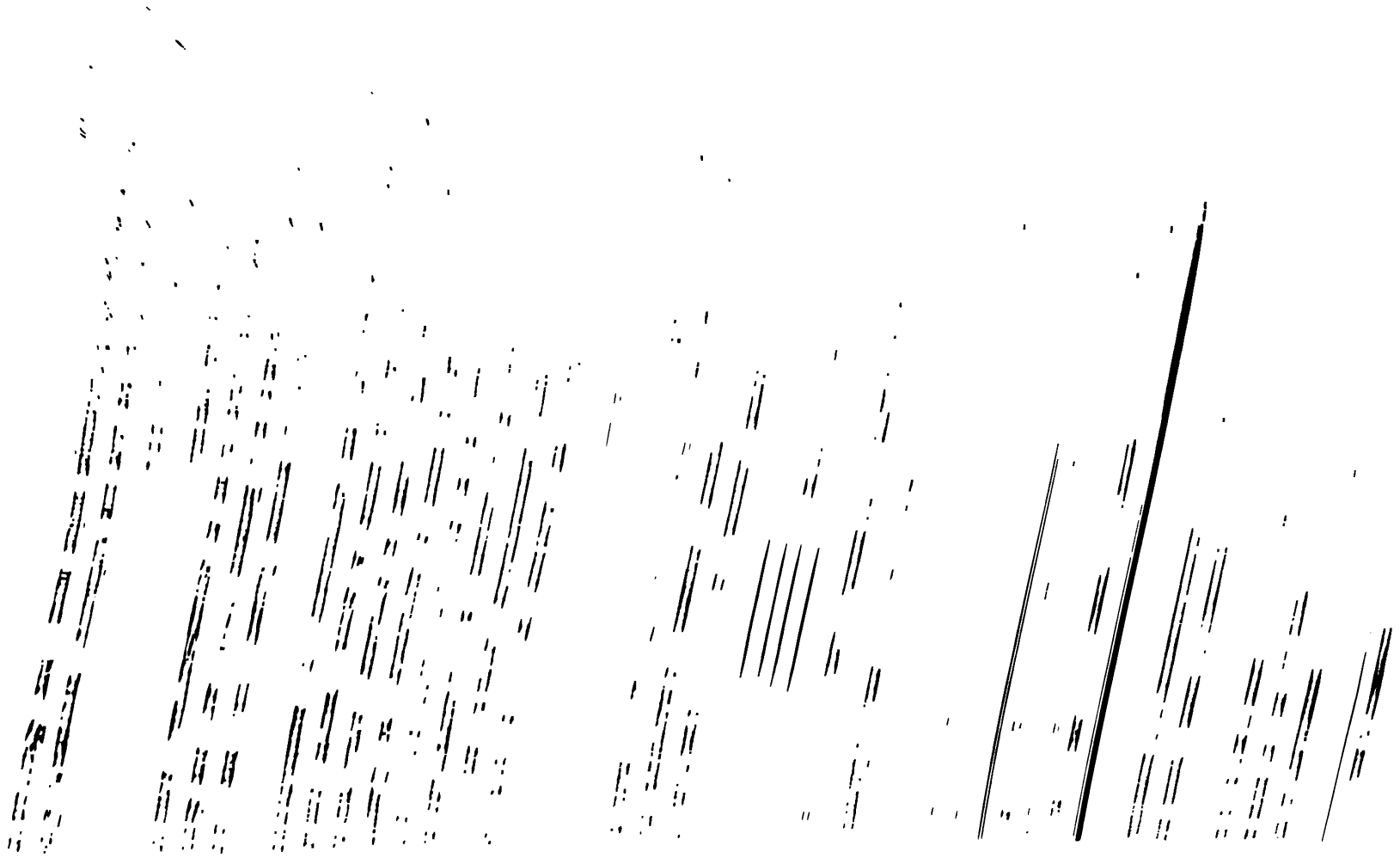


Tabelle 1. Maße und Gewichte der Flaschen.

Alle Flaschen sind nach den eingeschlagenen Angaben mit 250 at Wasserdruck am 3. IX. 1896 geprüft worden.

Zeichen der Versuchsanstalt	Aufgeschlagene Zeichen u. s. w.			In der Versuchsanstalt bei Anlieferung festgestellt							Inhalt
				nach Fig. 3		Umfang in mm[1])			Gewichte[2])		
	Zeichen des Werkes	Leergewicht kg	Zulässige Füllung kg	L mm	l mm	Kopf U_k	Mitte U_m	Fuß U_f	Leer kg	mit Wasser gefüllt kg	l
1	PHX., 66004	18,70	8,30	938	50	441,9	442,2	442,1	17,52	28,65	11,13
2	PHX., 66011	18,75	8,30	937	48	442,0	442,0	442,0	17,55	28,69	11,14
3	PHX., 66003	19,00	8,30	938	47	442,0	441,9	442,0	17,82	28,90	11,08
4	PHX., 66010	19,05	8,25	938	50	442,0	442,0	442,0	17,82	28,90	11,08
5	PHX., 66005	18,70	8,35	937	50	441,7	441,8	441,7	17,53	28,66	11,13
6	PHX., 66008	19,05	8,25	937	50	441,6	441,8	441,8	17,80	28,90	11,10
7	PHX., 66006	18,95	8,30	937	48	442,0	441,9	441,8	17,78	28,87	11,09
8	PHX., 66009	19,05	8,35	941	50	442,5	443,0	443,0	17,87	29,05	11,18
9	PHX., 66007	19,10	8,25	935	51	442,2	442,4	442,3	17,89	28,95	11,06
	Mittel	**18,93**	—	**937,6**	—	—	**442,1**	—	**17,731**	—	**11,110**
	Größte Unterschiede gegen Mittel +	0,17	—	3,4	—	—	0,9	—	0,159	—	0,090
	Größte Unterschiede gegen Mittel −	0,23	—	0,6	—	—	0,3	—	0,211	—	0,050

Bei einer mittleren Wandstärke von 0,5 cm würde sich ergeben die Länge L_l eines Cylinders von d_i cm Durchmesser, dem mittleren Inhalt. I = 11110 gr und dem mittleren Umfang $U_m = 44{,}21$ cm $d_i = \frac{44{,}21}{\pi} - 2 \times 0{,}5 = 13{,}07$ cm; $f_i = \frac{\pi \times 13{,}07^2}{4}$ = 134,16 qcm; $L_l = \frac{11\,110}{134{,}16} = 82{,}60$ cm.

Eine Abweichung von der mittleren Länge um $\Delta L_l = 0{,}1$ cm bedingt für $d_i = 13{,}07$ cm $\Delta I = f_i \cdot 0{,}1 = 13{,}4$ ccm.

Eine Abweichung von dem mittleren Durchmesser um $\Delta d_i = 0{,}1$ cm bedingt für $L_l = 82{,}6$ cm $\Delta I = d_i \cdot \pi \cdot \frac{0{,}1}{2} \cdot 82{,}6$ = 169,6 ccm.

[1]) Auf der Farbschicht gemessen.
[2]) Ohne die Verschraubung aber mit Fuß gewogen.

Zeichenerklärung zu den Tabellen:

In den folgenden Tabellen bedeutet:

p = Wasserdruck in at; σ = Spannung in kg/qcm oder in at; σ_P = Proportionalitätsgrenze σ_S = Streckgrenze; σ_B = Bruchgrenze; δ = Bruchdehnung oder Dehnung in %; ε = Dehnung auf 1 cm Länge; α = Dehnungszahl = ε/σ; $Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$; W = Biegewinkel in °; Bg = Biegegröße; A = Zahl der Anspannungen (Belastungswechsel).

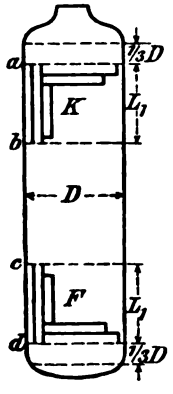


Fig. 1.

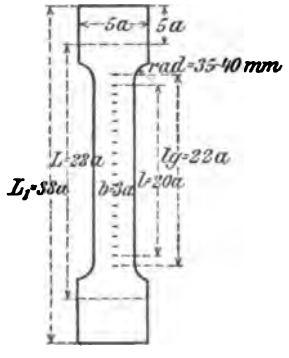


Fig. 2.

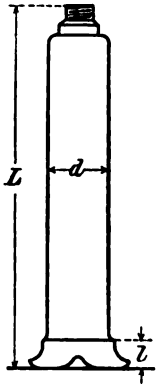


Fig. 3.

[illegible]

[illegible]

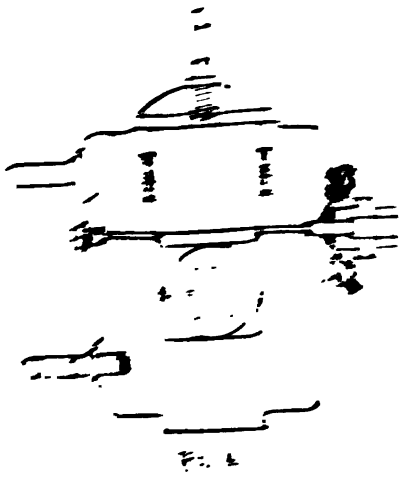


Fig. 4.

[illegible]

Da in der Hochdruckleitung der Anstalt für gewöhnlich nur etwa 150 at zur Verfügung stehen, für die Flaschenprüfungen aber ein höherer Druck erforderlich war, so wurde für diese Prüfungen der in Fig. 4 dargestellte Druckmänder Drucktopf genannt [1]) in die große Pohlmeyermaschine eingebaut, mit dessen Hülfe bis zu 300 at Wasserdruck erzeugt werden kann.

Der Wasserraum des Drucktopfes steht mit der zu prüfenden Flasche in Verbindung. Zu ihm und in der Flasche wird also der Druck durch Belasten des Kolbens durch die Pohlmeyermaschine erzeugt. Der Wasserdruck in at beträgt nach den vorhandenen Abmessungen das Zweifache der Ablesung an der Maschine in ton. Da der Wasserraum im Drucktopf nur klein und Undichtigkeit Wasserverbrauch veranlassen kann, so muß das verlorene Wasser zeitweilig aus der Wasserleitung ersetzt werden. Zu dem Zwecke wird der Drucktopf mit einem zwischengeschalteten Absperrventil durch einen Gummischlauch mit der städtischen Wasser-

[1]) Martens: „Handbuch der Materialienkunde" S. 338 — Julius Springer, Berlin N., Monbijouplatz 3.
[2]) Handbuch der Materialienkunde" S. 269.

leitung verbunden. Um außer den Ablesungen an der Pohlmeyermaschine noch eine Kontrole über den in der Flasche erzeugten Druck zu haben, wurde zwischen Topf und Flasche ein Manometer eingeschaltet, dem später auch noch ein kleines einstellbares Sicherheitsventil hinzugefügt wurde, das die Ueberlastung der Flasche wirksam verhütete.

Die Formänderungen der Flaschen wurden durch Umfangmessungen in der Regel an drei Stellen, nahe an Kopf und Fuß und in der Mitte der Flasche, festgestellt. Diese Messungen geschahen meistens mit einem schmalen Stahlbandmaß, das Schätzung von $^1/_{10}$ mm gestattete. Die Umfangänderungen in der Mitte wurden aber bei den Druckversuchen mit einem Stahlband gemessen, das mit einer Meßrolle in Verbindung war, die Hundertelmillimeter schätzen ließ. Die Konstruktion des Apparates ist aus Fig. 5 ersichtlich. Die auf diese Weise gewonnenen Abmessungen lieferten große Zahlenreihen, die in den folgenden Tabellen erheblich eingeschränkt wurden, aber so, daß dennoch ein vollständiges Bild vom Verlauf des Versuches entsteht.

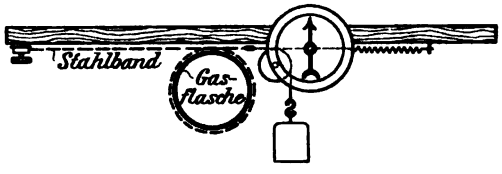


Fig. 5.

Im Allgemeinen war der Versuchsplan folgender, er mußte indessen wegen der fortwährenden Rücksichtnahme auf den laufenden Betrieb der Anstalt und wegen der Zufälligkeiten, die beim Versuch unterliefen, mehrfach durchbrochen werden; auch der häufige Personalwechsel machte sich bei den langen Versuchsreihen leider recht fühlbar.

An der beliebig herausgegriffenen Flasche 1 wurden die Eigenschaften im Anlieferungszustande, sowie an geglühten und abgeschreckten Zerreißproben und Biegeproben festgestellt. Die Flasche 2 wurde bis zur Streckgrenze (Eintritt bleibender Umfangsänderungen) durch inneren Druck belastet, dann zerlegt und in gleicher Weise wie Flasche 1 weiter geprüft. Flasche 3 wurde auf inneren Druck bis zum Bruch und dann, wie Flasche 1, weiter geprüft. Aus den Ergebnissen lassen sich die Veränderungen ableiten, die das Material bei den vorausgehenden mit bleibender Formänderung verbundenen Anstrengungen erfahren hat.

Die Dauerversuche wurden mit den Flaschen 4 bis 9 ausgeführt. Dabei wurden die Pressungen zwischen Null und einer oberen Grenze oft wiederholt, und zwar bis zum Bruch oder bis zu 2000 Anspannungen zwischen den beiden Grenzwerthen. Die obere Grenze wurde mit Rücksicht auf die Unmöglichkeit, eine noch größere Zahl von Anspannungen (Belastungswechseln) von Hand durch einen Beobachter ausführen zu lassen, hoch gewählt, und zwar zwischen der Streck- und Bruchgrenze der Flaschen liegend. Um für die Streckgrenze einen dem Durchschnitt entsprechenden Werth zu erhalten, wurden alle Flaschen vor dem Dauerversuch bis zur Streckgrenze auf inneren Druck geprüft und die Streckgrenze p_S wurde darauf jedesmal als Mittelwerth aus allen früher festgestellten Grenzen gebildet, wie dies aus den folgenden Tabellen zu ersehen ist. Als Bruchgrenze p_B mußte die an Flasche 3 ermittelte festgehalten werden, weil die bei den Dauerversuchen ermittelten Bruchgrenzen durch den Dauerversuch beeinflußt sind.

Um feststellen zu können, welche Aenderungen etwa infolge der Anstrengungen der Flaschen beim Dauerversuch im Material vorgehen, wurden später die beim Dauerversuch gebrochenen Flaschen in gleicher Weise wie Flasche 1 zerlegt und geprüft.

In den folgenden Tabellen 2—10 sind die Ergebnisse für die einzelnen Flaschen zusammengestellt, um daraus zunächst ein Gesammtbild für die einzelne Flasche zu gewinnen. In diesen Tabellen sind indessen die Ergebnisse an den abgeschreckten Proben nicht mit auf-

Tabelle 2. Versuche mit Flasche 1. (Zeichen u. s. w. siehe Tabelle 1.)

Behandlung: Nach Fig. 1 zerlegt; Material im ursprünglichen Zustande, geglüht und abgeschreckt geprüft.

Prüfungsergebnisse, Festigkeitsversuche.

Zustand	Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen
a) geglüht	längs	K	3470	5440	64	23,0	0,36	180	60	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: a = 5,18 mm. — $d_a = \frac{442,2}{\pi}$ = 140,8 — $d_i = d_a - 2a$ = 130,4.
		F	2880	5480	53	23,2	0,44	180	64	
	Mittel	—	3180	5460	59	23,1	0,40	180	62	
	quer	K	3060	5490	56	17,0	0,31	180	48	
		F	3290	5510	60	17,6	0,29	180	59	
	Mittel	—	3180	5500	58	17,3	0,30	180	54	
b) ungeglüht	längs	K	3530	5820	61	20,3	0,33	180	49	
		F	3320	5690	58	24,3	0,42	180	71	
	Mittel	—	3480	5760	60	22,3	0,38	180	60	
	quer	K	3740	5740	65	13,1	0,20	180	48	
		F	3480	5700	61	16,5	0,27	180	49	
	Mittel	—	3610	5720	63	14,8	0,24	180	49	
b/a · 100 Mittel K u. F	längs	—	108	106	102	97	95	—	97	
	quer	—	114	104	109	86	80	—	91	
q/l · 100 Mittel K u. F	geglüht	—	100	101	98	75	75	—	87	
	Anliefrg.	—	105	99	105	66	63	—	82	

Tabelle 3. Versuche mit Flasche 2. (Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_S geprüft, dann wie Flasche 1 behandelt.

Prüfungsergebnisse.

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen
0	0	0	
22	2	2	U_m = 442,0 mm; d_a = 140,7 mm
0	0	−2	d_i = 130,6 mm; a = 5,03 mm
22	2	2	
44	6	4	$\varepsilon_{200} = \frac{0,48}{442} = 0,001086$
66	10	4	
88	15	5	$\sigma = \frac{p\, d_i}{2\, a}$; $\frac{d_i}{2\, a} = 12,98$
110	18	3	
132	23	5	
154	28	5	σ_{200} = 3250 at
175	32	4	σ_s = 4220 at
197	37	5	
220	42	5	$\alpha_{200} = \frac{0,001086}{3250} = 0,00000033$
250	48	6	
22	2	−46	Schaubild siehe Fig. 6 Linie 2.
0	0	−2	Inhaltsvergrößerung mit $\triangle U$ = 2,71 mm und
250	47	47	auf einen Cylinder von Li = 82,6 cm gerechnet.
264	51	4	
283	55	4	$\triangle J \sim 146$ ccm oder $\frac{0,146 \cdot 100}{11,14} \sim 1,3\%$.
307	60	5	
316	61	1	
325	69	8	Streckgrenze.
334	—	—	Zeiger geht weiter.
22	277	—	
0	271	−6	bleibendes $\triangle U_m$ = 2,71 mm

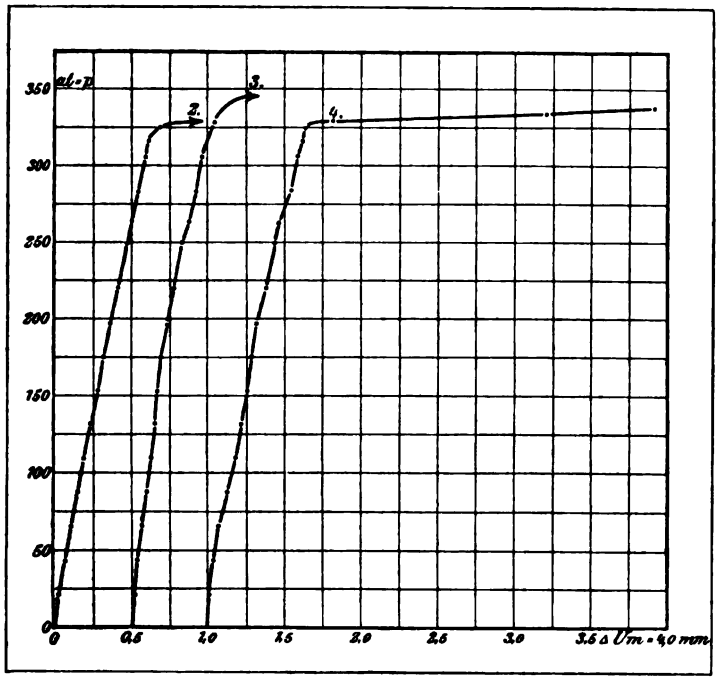


Fig. 6. Umfangänderungen bei innerem Druck.

b) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_B/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen
a) geglüht		längs	K	3400	5570	61	21,4	0,35	180	79	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: a = 5,03 mm.
			F	3370	5650	60	27,3	0,46	180	83	
		Mittel		**3390**	**5610**	**61**	**24,4**	**0,41**	**180**	**81**	
		quer	K	3250	5610	58	13,5	0,23	180	47	$d_a = \frac{442,0}{\pi} = 140,7$
			F	3230	5370	60	10,8	0,18	180	47	
		Mittel		**3240**	**5490**	**59**	**12,2**	**0,21**	**180**	**47**	$d_i = d_a - 2a = 130,6.$
b) ungeglüht		längs	K	3580	5820	62	18,9	0,31	180	83	
			F	3820	5760	66	22,4	0,34	180	79	
		Mittel		**3700**	**5790**	**64**	**20,7**	**0,33**	**180**	**81**	
		quer	K	3780	5830	65	8,4	0,13	180	42	
			F	3730	5590	67	6,9	0,10	180	68	
		Mittel		**3770**	**5710**	**66**	**7,7**	**0,12**	**180**	**55**	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	109	103	105	85	81	—	100	
		quer	—	116	104	112	63	57	—	117	
q/l · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	96	98	97	50	51	—	58	
		ungeglüht	—	102	99	103	37	36	—	68	

Tabelle 4. Versuche mit Flasche 3. (Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_S und p_B geprüft, dann wie Flasche 1 behandelt.

Prüfungsergebnisse:

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
0	0	0	$U_m = 441{,}9$ mm; $d_a = 140{,}7$ mm
22	2	2	$d_i = 130{,}9$ mm; $a = 4{,}91$ mm
0	0	— 2	
22	1	1	$\varepsilon_{120} = \frac{0{,}19}{442} = 0{,}00043$
0	0	— 1	
22	1	1	$\varepsilon_{220} = \frac{0{,}41}{442} = 0{,}00093$
44	3	2	
66	7	4	$\sigma = p\frac{d_i}{2a}; \frac{d_i}{2a} = 13{,}33$
88	10	3	
110	13	3	
132	16	3	$\sigma_{120} = 1760$ at
0	— 3	— 19	$\sigma_{220} = 3330$ at
132	16	19	$\sigma_S = 4570$ at
0	— 4	— 20	$\sigma_B = 6440$ at
132	14	18	
153	17	3	$\alpha_{220} = \frac{0{,}00093}{3340} = 0{,}00000028.$
175	19	2	
197	24	5	Schaubild siehe Fig. 6 Linie 3.
220	28	4	Inhaltsvergrößerung mit $\triangle U = 2{,}47$ mm und
250	34	6	auf einen Cylinder von $L_i = 82{,}6$ cm gerechnet:
22	— 7	— 41	
0	— 8	— 1	$\triangle J \sim 132$ ccm oder $\frac{0{,}132 \cdot 100}{11{,}08} \sim 1{,}2\,\%$
250	36	44	
264	38	2	Umfang von Bruchrand zu Bruchrand (Fig. 7).
283	43	5	$U_B = 475$ mm; $\triangle U_B = 475 - 442 = 33$ mm
307	47	4	
329	55	8	oder $\frac{33 \cdot 100}{442} = 7{,}5\,\%$
343	—	—	**Streckgrenze.**
351	—	—	Zeiger rückt vor.
0	247	—	bleibendes $\triangle U_m = 2{,}47$ mm.
488	—	—	**Bruch.**

b) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen.
a) geglüht		längs	K	3280	5490	60	22,2	0,37	180	72	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 4{,}91$ mm $d_a = \frac{441{,}9}{\pi} = 140{,}7$ mm $d_i = d_a - 2a = 130{,}9$ mm
			F	3000	5620	53	21,4	0,40	180	63	
		Mittel		**3140**	**5560**	**57**	**21,8**	**0,39**	**180**	**68**	
		quer	K	3150	5390	58	14,3	0,24	180	64	
			F	2840	5410	53	20,0	0,38	180	59	
		Mittel		**3000**	**5400**	**56**	**17,2**	**0,31**	**180**	**62**	
b) ungeglüht		längs	K	4670	6130	76	13,3	0,18	180	59	
			F	4650	6100	76	10,8	0,13	180	83	
		Mittel		**4660**	**6120**	**76**	**12,1**	**0,16**	**180**	**71**	
		quer	K	5430	6300	86	3,3	0,04	142	48	
			F	5140	6160	83	6,8	0,08	180	50	
		Mittel		**5290**	**6230**	**85**	**5,1**	**0,06**	**161**	**49**	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	149	110	133	56	41	—	104	
		quer	—	176	115	152	30	19	—	79	
q/l · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	96	97	98	79	80	—	91	
		ungeglüht	—	113	102	112	42	38	—	69	

Tabelle 5. Versuche mit Flasche 4.

(Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_B geprüft, darauf dem Dauerversuch unterworfen und nach dem Bruch wie Flasche 1 behandelt.

Prüfungsergebnisse.

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
0	0	0	$U_m = 442{,}0$ mm; $d_a = 140{,}7$ mm
22	1	1	$d_i = 130{,}8$ mm; $a = 4{,}94$ mm
44	7	6	
0	4	− 3	$\varepsilon_{44} = \frac{0{,}13}{442{,}0} = 0{,}00029$
44	6	2	
66	8	2	
88	15	7	$\varepsilon_{330} = \frac{0{,}44}{442{,}0} = 0{,}00100$
0	2	− 13	
88	14	12	$\sigma = p \frac{d_i}{2a}$; $\frac{d_i}{2a} = 13{,}24$
110	20	6	
132	24	4	$\sigma_{44} = 1170$ at
154	28	4	$\sigma_{330} = 3310$ at
175	30	2	$\sigma_B = 4300$ at
197	34	4	
220	40	6	$\alpha_{330} = \frac{0{,}00100}{3310} = 0{,}00000030$.
250	46	6	
0	2	− 44	Schaubild siehe Fig. 6 Linie 4.
250	44	42	Inhaltsvergrößerung mit $\Delta U = 170$ mm und
264	48	4	auf einen Cylinder von $L_i = 82{,}6$ cm berechnet:
283	58	10	
307	59	1	$\Delta J \sim 92$ ccm oder $\frac{0{,}092 \cdot 100}{11{,}08} \sim 0{,}8\,\%$
316	62	3	
325	63	1	Streckgrenze.
329	82	19	Zeiger rückt vor.
334	221	139	bleibendes $\Delta U = 1{,}70$ mm.
0	170	− 51	$U_m = 441{,}2 + 2{,}90 = 444{,}1$ ohne Farbschicht
339	290 a)	120	gemessen.

a) Durch ein Versehen wurde die Flasche nochmals bis 339 at belastet; der Apparat zeigte nachher 2,90 mm bleibendes ΔU_m an. Das entspricht einer Inhaltsvergrößerung von etwa 1,4 %; p = 339 entspricht $\sigma = 4490$ at.

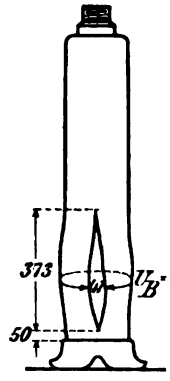


Fig. 7.

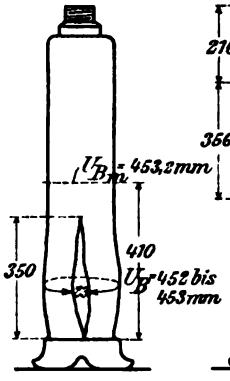


Fig. 8.

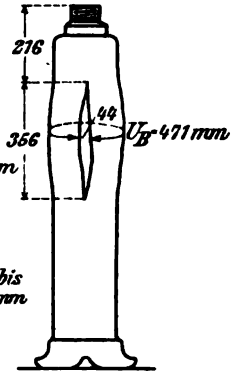


Fig. 10.

b) Dauerversuch.

Der Dauerversuch sollte mit dem Druck $p = p_S + \frac{1}{2}(p_B - p_S)$ durchgeführt werden. $p_S = \frac{1}{3}(325 + 343 + 325) = 331$ at; $p_{BS} = 483$ at, also $p = 331 + \frac{1}{2}(483-331) = 407$ at; angewendet ist: **p = 408 at** entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 5340$ at.

Die Umfangmessungen sind in der Mitte der Flasche ohne Farbschicht mit dem Stahlband ausgeführt.

Anspannung Nr.	Umfang U_m nach der n ten Anspannung a unter Druck mm	b entlastet mm	$\Delta U = a-b$ mm	$\Delta U_n = U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	444,1	—	—	
1	—	452,0	—	7,9	Nach der 23ten Anspannung will der Beobachter $U_m = 453{,}5$ mm gemessen haben, was wohl ein Irrthum ist.
10	—	2	—	2	
20	—	6	—	4	
30	—	7	—	1	
40	—	453,0	—	3	Der ursprüngliche Umfang der Flasche (ohne Farbe) betrug $U_m = 441{,}2$ mm.
50	—	0	—	0	
60	—	0	—	0	
70	—	1	—	1	
80	—	2	—	1	
90	—	2	—	0	Der Umfang von Bruchrand zu Bruchrand (Fig. 8) ergab sich zu $U_B = 452{,}5$ mm.
100	—	2	—	0	
200	—	2	—	0	
300	—	2	—	0	$\Delta U_B = 452{,}5 - 441{,}2 = 11{,}3$ mm oder 2,6 %.
400	—	2	—	0	
500	—	2	—	0	
600	—	2	—	0	
807	Bruch beim Oeffnen des Ablaßventils				

c) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen.
a) geglüht		längs	K	3780	6010	63	22,9	0,36	180	78	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 4{,}93$ mm.
			F	3430	5920	58	23,2	0,40	180	71	
		Mittel		**3610**	**5970**	**61**	**23,1**	**0,38**	**180**	**75**	
		quer	K	3400	5450	62	14,1	0,23	180	47	$d_a = \frac{442{,}0}{\pi} = 140{,}7$ mm.
			F	3130	3950	79	2,3	0,03	180	48	
		Mittel		**3270**	—	—	—	—	**180**	**48**	
b) ungeglüht		längs	K	4100	6320	65	16,9	0,26	180	85	$d_i = d_a - 2_a = 130{,}8$ mm im ursprünglichen Zustand.
			F	4120	6350	65	16,0	0,25	180	73	
		Mittel		**4110**	**6340**	**65**	**16,5**	**0,26**	**180**	**79**	
		quer	K	4980	6140	81	8,5	0,11	90	34	
			F	4510	4820	94	a)	—	126	31	
		Mittel		**4750**	—	—	—	—	**108**	**33**	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	114	106	107	72	68	—	105	
		quer	—	145	—	—	—	—	—	69	
q/l · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	91	—	—	—	—	—	64	
		ungeglüht	—	116	—	—	—	—	—	42	

Tabelle 6. Verſuche mit Flaſche 5.

(Zeichen u. ſ. w. ſiehe Tabelle 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_s geprüft, darauf dem Dauerverſuch unterworfen; dann ausgeglüht wieder auf inneren Druck bis p_s geprüft.

Prüfungsergebniſſe.

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterſchied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
			$U_m = 441{,}8$ mm; $d_a = 140{,}6$ mm
0	0	0	$d_i = 131{,}3$ mm; $a = 4{,}64$ mm
22	2	2	
0	0	0	$\varepsilon_{250} = \frac{0{,}54}{442} = 0{,}00123$
22	4	4	
0	0	0	$\sigma = p \frac{d_i}{2a}; \frac{d_i}{2a} = 14{,}14$
22	3	3	
44	7	4	$\sigma_{250} = 3540$ at
88	16	9	$\sigma_s = 4410$ at
132	27	11	
175	36	9	$\alpha_{250} = \frac{0{,}00123}{3540} = 0{,}00000035.$
220	46	10	
250	54	8	Schaubild ſiehe Fig. 9 Linie 5.
0	12 a)	— 42	Inhaltsvergrößerung mit $\triangle U = 1{,}36$ mm und auf einen Cylinder von $L_1 = 82{,}6$ cm berechnet:
250	65	53	
264	69	4	$\triangle I \sim 75$ ccm oder $\frac{0{,}075 \cdot 100}{11{,}13} \sim 0{,}7$ %
283	72	3	
307	94	22	Streckgrenze.
312	—	—	
0	145	—	
312	234	189	
316	—	—	bleibendes $\triangle U = 1{,}36$ mm
0	136	—	Mit dem Bandmaß gemeſſen $U_m = 442{,}9$ mm.

a) Der Apparat ſcheint ſich bei der Entlaſtung um 0,12 mm verſtellt zu haben (65 — 54 = 11 bei p = 250 at).

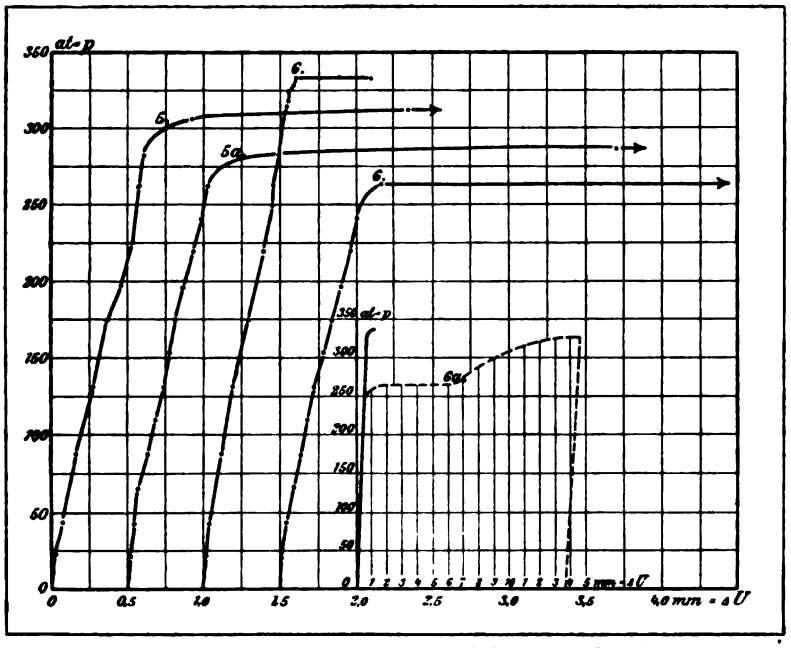


Fig. 9. Umfangänderungen bei innerem Druck.

b) Dauerversuch:

Der Dauerversuch sollte mit dem Druck $p = p_S + \frac{1}{4}(p_B - p_S)$ durchgeführt werden. $p_S = \frac{1}{4}(325 + 343 + 325 + 312) = 326$ at; $p_{B3} = 483$ at, also $p = 326 + \frac{1}{4}(483 - 326) = 365$ at; angewendet ist: **p = 363 at,** entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 5130$ at.

Die Umfangmessungen sind in der Mitte der Flasche ohne Farbschicht mit dem Stahlband ausgeführt.

Anspannung Nr.	Umfang U_m nach der n ten Anspannung a unter Druck mm	b entlastet mm	$\triangle U = a - b$ mm	$\triangle U_n = U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	442,9	—	—	
1	—	448,5	—	5,6	Der ursprüngliche Umfang der Flasche (ohne Farbe) betrug:
2	450,0	449,0	1,0	6,1	
3	0	1	0,9	2	$U_m = 441{,}8$ mm
4	0	2	8	3	Nach dem Dauerversuch war:
5	2	3	9	4	$U_m = 449{,}5$ mm also $\triangle U = 7{,}7$ mm.
6	2	3	9	4	
7	2	3	9	4	Die Gesammtinhaltsvergrößerung wie früher berechnet:
8	2	4	8	5	
9	3	4	9	5	$\triangle I \sim 420$ ccm oder $\frac{0{,}420 \cdot 100}{11{,}13} \sim 3{,}8$ %.
10	3	4	9	5	
100	4	5	9	6	
300	—	5	—	6	
450	—	—	—	—	
550	450,5	449,5	1,0	6	
950	—	6	—	—	
1450	—	4	—	—	
1550	—	6	—	—	
1850	—	5	—	—	
1950	—	5	—	—	
2000	450,5	449,5	1,0	6,6	

Der Versuch wurde 9 Monat später fortgesetzt mit **p = 400 at,** was $p_S + \frac{1}{2{,}1}(p_B - p_S)$ entsprechen würde oder der Umfangsspannung $\sigma = 5660$ at.

0	450,1	449,3	0,8	6,4	Gewicht der Flasche: leer gefüllt Füllung
300	—	3	—	4	nach 2000 Anspannungen
1600	—	3	—	4	mit 400 at . . . 17,54 29,05 11,51 kg
1700	—	6	—	7	bei d. Anliefer. (urspr.) 17,53 28,66 11,13 „
1800	—	7	—	8	$\triangle I = 0{,}38$ kg
1900	—	8	—	9	
2000	—	450,0	—	7,1	oder in % $\frac{0{,}38 \cdot 100}{11{,}13} = 3{,}4$ %
					Die Flasche wurde zum Ausglühen nach Ruhrort geschickt.

Die Glühung geschah in der Fabrik wie folgt. Die Flasche wurde in ein 190 mm weites, an einem Ende geschlossenes Rohr gesteckt und so in den Ofen gebracht, der auch sonst zum Flaschenglühen dient. Das Anwärmen erfolgte langsam in etwa ¾ Stunde bis zur gewöhnlich benutzten Rothgluth. Mit dem Wiborghschen Thermophor ergab sich, in der Flasche, im Rohr und im Ofen gleichzeitig gemessen, die Glühhitze zu 730 C°. Alsdann wurde das Rohr mit der Flasche herausgezogen und am offenen Ende mit einem angewärmten Deckel verschlossen, worauf es am zugfreien Orte erkaltete. Die gleich nach dem Herausziehen nochmals gemessenen Hitzegrade waren, im Rohr 720 und in der Flasche 730 C°. Die Fabrik hat die Thermophore im praktischen Gebrauch als genügend sicher befunden und hat bei ausgedehnten Kontrolversuchen nur geringe Abweichungen erhalten.

c) Druckprobe mit der ausgeglühten Flasche.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
Am Schluß des Dauerversuchs	450,0	—	$U_k = 447{,}6$; $U_m = 450{,}0$; $U_f = 449{,}2$ mm; $G_l = 17{,}54$; $G = 29{,}05$ kg
0	0	0	
22	2	2	$U_k = 448{,}2$; $U_m =$ — ; $U_f = 445{,}0$ mm; $G_l = 17{,}52$; $G = 29{,}02$ kg
0	0	— 2	
22	2	2	(U_f ist offenbar ein Ablesungsfehler)
0	0	— 2	$U_m = 450{,}0$ mm; $d_a = 143{,}2$ mm
22	2	2	$d_i = 138{,}9$ mm; $a = 4{,}64$ mm
0	0	— 2	$\varepsilon_{132} = \frac{0{,}24}{450} = 0{,}00053$
44	4	4	
66	7	3	$\varepsilon_{264} = \frac{0{,}52}{450} = 0{,}00116$
88	13	6	
110	18	5	$\sigma = p \frac{d_i}{2a}$; $\frac{d_i}{2a} = 14{,}43$
132	24	6	
0	0	— 24	$\sigma_{132} = 1910$ at
132	22	22	$\sigma_{264} = 3810$ at
154	27	5	$\sigma_S = 4130$ at
175	31	4	$\alpha_{132} = \frac{0{,}00053}{1910} = 0{,}000\,000\,28$
197	36	5	
220	43	7	$\alpha_{264} = \frac{0{,}00116}{3810} = 0{,}000\,000\,30$.
242	48	5	
264	52	4	Schaubild siehe Fig. 9 Linie 5a.
0	0	— 52	Inhaltsvergrößerung wie früher berechnet:
264	53	53	$\triangle J \sim 620$ ccm oder $\frac{0{,}620 \cdot 100}{11{,}13} \sim 5{,}6\,\%$.
286	320	267	**Streckgrenze** (liegt etwas unter 286 at).
0	300	— 20	bleibendes $\triangle U = 3{,}00$ mm.

d) Dauerversuch.

Der Dauerversuch sollte mit p = 425 at ausgeführt werden. Sie ging aber schon bei der ersten Belastung unter 400 at zu Bruche (vergl. Fig. 10). Streckgrenzen 284 at (Ueberbelastung erscheint hierbei nicht ausgeschlossen).

e) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen.
a) geglüht		längs	K	3310	5560	60	19,1	0,32	180	62	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 4{,}64$ mm $d_a = \frac{441{,}8}{\pi} = 140{,}6$ mm $d_i = d_a - 2a = 131{,}3$ mm.
			F	3590	5550	65	16,9	0,26	180	64	
		Mittel		**3450**	**5560**	**63**	**18,0**	**0,29**	**180**	**63**	
		quer	K	3340	5330	63	17,9	0,29	180	41	
			F	3400	5520	62	13,7	0,22	180	35	
		Mittel		**3370**	**5430**	**62**	**15,8**	**0,26**	**180**	**38**	
b) ungeglüht		längs	K	5120	6380	80	9,2	0,11	180	59	
			F	4880	6570	74	12,2	0,16	180	64	
		Mittel		**5000**	**6480**	**77**	**10,7**	**0,14**	**180**	**62**	
		quer	K	5190	6150	84	4,0	0,05	141	25	
			F	5190	6220	83	5,5	0,07	147	26	
		Mittel		**5190**	**6190**	**84**	**4,8**	**0,06**	**144**	**26**	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	145	117	122	59	48	—	98	
		quer	—	154	114	133	30	23	—	68	
q/l · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	98	98	100	88	90	—	60	
		ungeglüht	—	104	96	109	45	43	—	42	

Tabelle 7. Versuche mit Flasche 6. (Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_S geprüft, darauf dem Dauerversuch unterworfen; dann ausgeglüht wieder auf inneren Druck bis p_S geprüft, abermals dem Dauerversuch unterworfen.

Prüfungsergebnisse:

a) Druckprobe.

$p \cdot \frac{d_1}{2a}$	$p \cdot \frac{d_1+\Delta}{2a}$	$\frac{d_1+\Delta}{2a}$	Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
			0	0	0	$U_m = 441{,}8$ mm; $d_a = 140{,}6$ mm
305	305		22	2	2	$d_1 = 131{,}1$ mm; a = 4,73 mm
0	0		0	1	— 1	$\varepsilon_{220} = \frac{0{,}45}{442} = 0{,}00102$
305	305		22	2	1	
0	0		0	1	— 1	$\varepsilon_{312} = \frac{0{,}55}{442} = 0{,}00125$
305	305		22	2	1	
610	610		44	4	2	$\sigma = p \frac{d_1}{2a}$; $\frac{d_1}{2a} = 13{,}86$
1220	1220		88	12	8	
1830	1830	13,87	132	19	7	$\sigma_{220} = 3470$ at
2420	2430		175	29	10	$\sigma_{312} = 4320$ at
3050	3060		220	39	10	$\sigma_S = 4630$ at
3460	3470		250	45	6	
0			0	0	— 45	$\alpha_{220} = \frac{0{,}00102}{3470} = 0{,}00000029$
3460	3470		250	43	43	
3660	3670		264	45	2	$\alpha_{312} = \frac{0{,}00125}{4320} = 0{,}00000029$.
3920	3930		283	48	3	
4250	4260	13,88	307	52	4	
4320	4330		312	53	1	
0			0	— 2	— 55	Schaubild siehe Fig. 9 Linie 6 und Fig. 19 Fläche a.
3660	3670		264	45	47	Inhaltsvergrößerung mit $\Delta U = 0{,}50$ mm und auf
4250	4260		307	53	8	einen Cylinder von Li = 82,6 cm berechnet:
4320	4330		312	54	1	
4380	4390		316	54	0	$\Delta J \sim 27$ ccm oder $\frac{0{,}027 \cdot 100}{11{,}10} \sim 0{,}2\%$
4420	4430		319	55	1	
4500	4510		325	55	0	
4560	4570		329	58	3	
4570	4580		330	—	—	
4630	4650	13,91	334	60	2	Streckgrenze
			334	110	50	
			0	50	— 60	bleibendes $\Delta U = 0{,}50$ mm $U_m = 442{,}2$ mm.

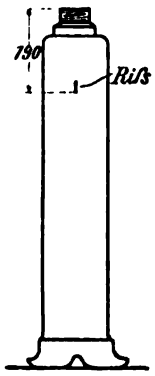


Fig. 11.

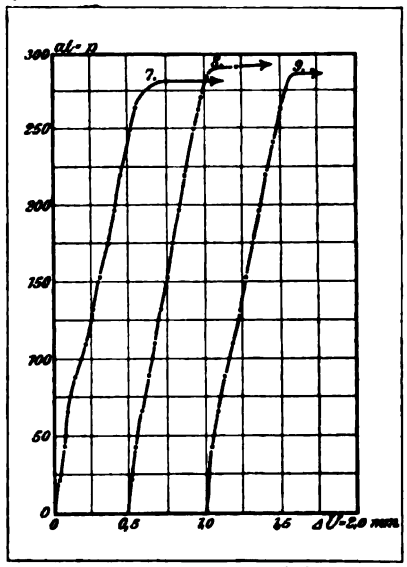


Fig. 12. Umfangänderungen bei innerem Druck.

b) Dauerversuch.

Der Dauerversuch sollte mit dem Druck $p = p_S + \frac{2}{3}(p_B - p_S)$ durchgeführt werden. $p_S = \frac{1}{5}(325 + 343 + 325 + 312 + 334) = 328$ at; $p_{B3} = 483$ at, also $p = 328 + \frac{2}{3}(483 - 328) = 431$ at_0; angewendet ist **p = 425 at,** entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 5890$ at.

Die Umfangsmessungen sind in der Mitte der Flasche ohne Farbschicht mit dem Stahlband ausgeführt.

Anspannung Nr.	Umfang Um nach der n ten Anspannung a unter Druck mm	b entlastet mm	$\triangle U = a - b$ mm	$\triangle U_n = U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	442,2	—	—	Am Schluß der Druckprobe.
1	—	448,0	—	5,8	
2	—	2	—	—	Während des Versuches müssen bei a u. b unbeachtet gebliebene Ueberlastungen vorgekommen sein. Irrthümer in der Ablesung erscheinen ausgeschlossen, weil ein anderer Beobachter mehrere Wochen später bei Anspannung 1551 $U_m = 461{,}2$ mm gefunden hat.
3	—	3	—	—	
4	—	3	—	—	
5	—	4	—	—	
6	—	5	—	—	
7	—	6	—	—	
8	—	6	—	—	
9	—	6	—	—	
10	—	6	—	—	
100	—	a) 457,0	—	—	
200	—	0	—	—	
300	—	1	—	—	
400	—	3	—	—	
500	—	3	—	—	
600	—	4	—	—	Rechnet man mit $\triangle U = 461{,}4 - 441{,}8 = 19{,}6$ mm wie früher, so ergiebt sich $\triangle J \sim 1120$ ccm oder $\frac{1{,}120 \cdot 100}{11{,}10} \sim 10\,\%$
700	—	3	—	—	
1000	—	4	—	—	
1150	—	4	—	—	
1200	—	b) 460,7	—	—	
1300	—	461,0	—	—	Schaubild siehe Fig. 18 Linie 9.
1550	—	0	—	—	
1551	—	461,2	—	—	
1600	—	4	—	—	
2000	—	4	—	—	Die Flasche wurde zum Ausglühen nach Ruhrort geschickt.

Die Glühung geschah, wie in Tab. 6 bei Flasche 5 mitgetheilt.

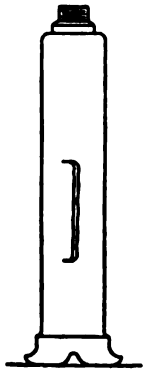


Fig. 13.

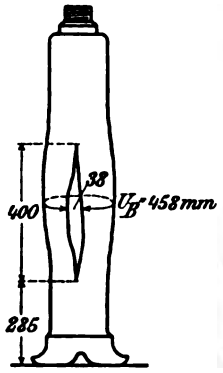


Fig. 14.

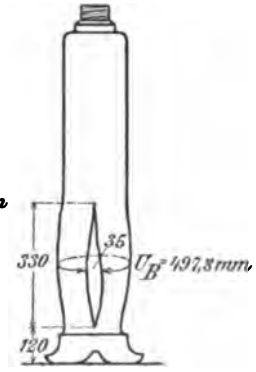


Fig. 15.

c) Druckprobe mit der ausgeglühten Flasche.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
Am Schluß des Dauerversuches	461,4	—	$U_m = 461{,}4$ mm; $d_a = 146{,}9$ mm
0	0	0	$d_i = 137{,}4$ mm; $a = 4{,}73$ mm
22	0	0	$\varepsilon_{122} = \frac{0{,}16}{461{,}4} = 0{,}00035$
0	0	0	
22	1	1	$\sigma = p\,\frac{d_i}{2a};\ \frac{d_i}{2a} = 14{,}52$
0	0	− 1	
22	1	1	$\sigma_{122} = 1920$ at
44	4	3	$\sigma_S = 3510$ at
66	9	5	
88	14	5	$\alpha_{122} = \frac{0{,}00035}{1920} = 0{,}00000018.$
110	18	4	
132	22	4	Schaubild siehe Fig. 9 Linie 6a und Fig. 19 Fläche c.
0	4	− 18	
132	21	17	Inhaltsvergrößerung mit $\triangle U = 33{,}3$ mm früher berechnet:
154	29	8	
175	34	5	$\triangle I \sim 1950$ ccm oder $\frac{1{,}95 \cdot 100}{11{,}10} \sim 17{,}6$ %
197	40	6	
220	46	6	**Streckgrenze.**
242	50	4	
264	316	266	Die Flasche hätte nur bis zu p5 belastet werden müssen.
0	284	− 32	
264	354	70	
285	754	400	
307	930	176	
329	1460	530	
0	1367	93	

d) Dauerversuch.

Der Dauerversuch wurde mit $p = 263$ at durchgeführt. Dieser Druck entspricht dem $\frac{263}{242} = 1{,}09$fachen der Streckgrenze der geglühten Flasche 6 und dem $\frac{263}{328} = 0{,}81$fachen der mittleren Streckgrenze der ungeglühten Flaschen 2 bis 6 und der Umfangsspannung $\sigma = 3820$ at.

Anspannung Nr.	Umfang U_m nach der n ten Anspannung a unter Druck mm	b entlastet mm	$\triangle U = a - b$ mm	$\triangle U_n = U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	475,2	—	—	$U_k = 457{,}8$; $U_f = 470{,}8$ mm
876	—	475,2	—	—	Formänderungen konnten nicht bemerkt werden.
					Bei 877 zeigte sich ein kleiner Riß (siehe Fig. 11), der wahrscheinlich deswegen nicht größer wurde, weil der Kolben im Preßkopf im Augenblick des Entstehens gerade am Ende seines Weges anlangte.
					Gewicht der gefüllten Flasche:
					nach dem Versuch = 30,38 kg
					vor dem Versuch = 17,82 „
					$\triangle G = 12{,}56$ kg
					Hiernach Inhaltsvergrößerung:
					$12{,}56 - 11{,}10 = 1460$ ccm oder
					$\frac{1{,}46 \cdot 100}{11{,}10} = 13{,}2$ %
					Schaubild siehe Fig. 19 bei d.

e) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen.
a) geglüht		längs	K	3060	5050	61	18,9	0,31	180	100	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 4{,}73$ mm
			F	3250	5150	64	17,6	0,28	180	100	
		Mittel	—	**3160**	**5100**	**63**	**18,3**	**0,30**	**180**	**100**	
		quer	K	3030	5050	60	12,8	0,21	180	23	$d_a = \frac{441{,}8}{\pi}$
			F	3250	5300	61	13,9	0,23	180	44	
		Mittel	—	**3140**	**5180**	**61**	**14,4**	**0,22**	**180**	**84**	$= 140{,}6$ mm
b) ungeglüht		längs	K	3900	5590	70	16,9	0,24	180	100	
			F	4020	5820	69	16,7	0,24	180	100	
		Mittel	—	**3960**	**5710**	**70**	**16,8**	**0,24**	**180**	**100**	$d_l = d_a - 2a$
		quer	K	4550	5500	83	—	—	110	22	$= 131{,}1$ mm.
			F	4490	6010	75	11,3	0,15	119	20	
		Mittel	—	**4520**	**5760**	**79**	[11,3]	[0,15]	**115**	**21**	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	125	112	111	92	80	—	100	
		quer	—	144	111	130	[84]	[68]	—	62	
q/l · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	99	102	79	73	73	—	34	
		ungeglüht	—	114	101	113	[67]	[63]	—	21	

f) Zerreißversuche.

Mit 4 Stäben aus der zu Bruche gegangenen Flasche wurden Zerreißversuche angestellt; sie ergaben:

	Längsproben				Querproben				Bemerkungen.
	218 Kopf		220 Fuß		222 Kopf		224 Fuß		
	σ at	δ %	σ at	δ %	σ at	δ %	σ at	δ %	
P	1670	—	2780	—	2220	—	1250	—	P-Grenze.
S	4340	0,2	4530	0,3	5190	0,3	4380	0,3	S- „
	4340	0,9	4530	0,9	5190	0,8	4380	0,8	
	4670	1,6	4870	1,8	5560	2,0	4690	1,4	Siehe Schaubild Fig. 19 Fläche f.
	5000	2,6	5220	2,9	5840	—	5000	2,2	NB. Das Schaubild ist unter Berücksichtigung der vorausgegangenen Materialdehnungen entworfen.
	5340	4,3	5570	5,4	—	—	5310	3,5	
	5670	8,9	—	—	—	—	5630	6,2	
	5710	20,7	5700	14,3	5880	6,9	5670	6,9	B-Grenze.

g) Zerreißversuche mit wiederholt geglühtem Material.

Mit 4 Stäben aus der zu Bruche gegangenen Flasche wurden Zugversuche unternommen, bei denen die Stäbe jedesmal um etwa 1 % gestreckt und dann wieder ausgeglüht werden sollten.

Bis zur 13. Glühung sind die Stäbe mit Spiegelapparaten geprüft. Diese Prüfungen lieferten die in Tabelle 14 u. 15 eingetragenen Ergebnisse. Vergl. auch Fig. 20 u. 21.

Tabelle 8. **Versuche mit Flasche 7.** (Zeichen u. s. w. siehe Tabelle 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_S geprüft, darauf dem Dauerversuch unterworfen.

Prüfungsergebnisse:

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
0	0	0	$U_m = 441{,}9$ mm; $d_a = 140{,}7$
22	3	3	$d_i = 130{,}9$ mm; $a = 4{,}88$ mm
44	7	4	$\varepsilon_{88} = \frac{0{,}13}{442} = 0{,}00029$
0	1	− 6	
44	10	9	$\varepsilon_{350} = \frac{0{,}50}{442} = 0{,}00113$
66	12	2	
88	17	5	$\sigma = p \frac{d_i}{2a}$; $\frac{d_i}{2a} = 13{,}41$
0	4	− 13	
88	21	17	$\sigma_{88} = 1180$ at
110	26	5	$\sigma_{350} = 3350$ at
132	30	4	$\sigma_S = 3800$ at
154	34	4	$\alpha_{88} = \frac{0{,}00029}{1180} = 0{,}000\,000\,25$
175	40	6	
197	44	4	$\alpha_{350} = \frac{0{,}00113}{3350} = 0{,}000\,000\,34$.
220	48	4	Schaubild siehe Fig. 12 Linie 7.
250	54	6	Inhaltsvergrößerung mit $\Delta U = 1{,}79$ mm und
0	4	− 50	auf einen Cylinder von $L_i = 82{,}6$ cm berechnet:
250	54	50	$\Delta J \sim 98$ ccm, oder $\frac{0{,}098 \cdot 100}{11{,}09} \sim 0{,}9\,\%$
264	58	4	
288	—	—	**Streckgrenze.**
0	179	—	bleibendes $\Delta U = 1{,}79$ mm; $U_m = 443{,}2$ mm

b) Dauerversuch.

Der Dauerversuch sollte mit dem Druck $p = p_S + {}^1/_2 (p_B - p_S)$ durchgeführt werden. $p_S = {}^1/_6$ (325 + 343 + 325 + 312 + 334 + 283) = 320 at; $p_{B\,3} = 483$ at, also $p = 320 + {}^1/_2 (483 - 320) = 402$ at; angewendet ist **p = 397 at** entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 5320$ at.

Die Umfangmessungen sind in der Mitte der Flasche ohne Farbschicht mit dem Stahlband ausgeführt.

Anspannung Nr.	Umfang U_m nach der n ten Anspannung a unter Druck mm	b entlastet mm	$\Delta U =$ a − b mm	$\Delta U_n =$ $U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	443,0	—	—	Gesammte Umfangvergrößerung:
1	—	443,9	—	0,9	$\Delta U_m = 478{,}6 - 441{,}9 = 36{,}7$ mm
2	—	454,8	—	11,8	
3	456,3	455,3	1,0	12,3	Inhaltsvergrößerung hiermit wie früher berechnet:
10	462,9	462,3	0,5	19,3	
20	—	462,7	—	19,7	$\Delta J \sim 2160$ ccm oder $\frac{2{,}160 \cdot 100}{11{,}09} \sim 19\,\%$
30	463,9	462,7	1,2	19,7	
40	1	463,0	—	20,0	
50	464,1	463,0	1,1	20,0	Bruch vergl. Fig. 13.
100	—	463,1	—	20,1	
200	465,5	464,3	1,2	21,3	
300	467,7	466,5	2	23,5	
400	478,0	476,5	5	33,5	
500	478,3	477,0	3	33,0	
600	479,3	478,1	2	35,1	
700	479,9	478,6	3	35,6	
718	**Bruch**	—	—	—	

c) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen.
a) geglüht		längs	K	3250	5160	63	18,5	0,29	180	100	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 4{,}88$ mm
			F	3060	5020	61	20,7	0,34	180	79	
		Mittel		3160	5090	62	19,6	0,32	180	91	$d_a = \frac{441{,}9}{\pi} = 140{,}7$ mm
		quer	K	3530	5370	66	14,4	0,22	180	39	
			F	3440	5460	63	16,2	0,26	180	45	
		Mittel		3490	5420	65	15,3	0,24	180	42	$d_i = d_a - 2a = 130{,}9$ mm.
b) ungeglüht		längs	K	5150	6390	81	10,6	0,13	180	64	
			F	5370	6480	83	7,8	0,09	180	56	
		Mittel		5260	6440	82	9,2	0,11	180	60	
		quer	K	4980	6510	77	—	—	94	19	
			F	5280	6510	81	6,5	0,08	162	33	
		Mittel		5180	6510	79	[6,5]	[0,08]	128	26	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	166	127	132	47	36	—	67	
		quer	—	147	120	122	[42]	[33]	—	62	
q/l · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	110	107	105	78	77	—	47	
		ungeglüht	—	98	101	96	[71]	[73]	—	43	

Tabelle 9. **Versuche mit Flasche 8.** (Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_S geprüft, darauf dem Dauerversuch unterworfen.

Prüfungsergebnisse:

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
			$U_m = 443{,}0$ mm; $d_a = 141{,}0$
0	0	0	$d_i = 130{,}8$ mm; $a = 5{,}09$ mm
22	1	1	
44	5	4	$\varepsilon_{22} = \frac{0{,}14}{443} = 0{,}00032$
0	1	− 4	
44	5	4	$\varepsilon_{220} = \frac{0{,}44}{443} = 0{,}00099$
66	8	3	
88	13	5	$\sigma = p \frac{d_i}{2a}$; $\frac{d_i}{2a} = 12{,}85$
0	− 1	− 14	
88	13	14	
110	17	4	$\sigma_{22} = 1130$ at
132	21	4	$\sigma_{220} = 3210$ at
154	25	4	$\sigma_S = 3740$ at
175	29	4	
197	33	4	$\alpha_{22} = \frac{0{,}00032}{1130} = 0{,}00000028$
220	37	4	
250	43	6	$\alpha_{220} = \frac{0{,}00099}{3210} = 0{,}00000031$.
0	− 1	− 44	
250	43	44	Schaubild siehe Fig. 12 Linie 8.
264	47	4	Inhaltsvergrößerung mit $\Delta U = 0{,}47$ mm und
272	48	1	auf einen Cylinder von $L_1 = 82{,}6$ cm berechnet:
283	51	3	$\Delta J \sim 25$ ccm oder $\frac{0{,}025 \cdot 100}{11{,}18} \sim 0{,}2\,\%$.
291	71	20	Streckgrenze.
294	83	12	
0	47	− 36	bleibendes $\Delta U = 0{,}47$ mm.

b) Dauerversuch.

Der Dauerversuch sollte mit dem Druck $p = p_S + \frac{1}{4}(p_B - p_S)$ durchgeführt werden. $p_S = \frac{1}{7}(325 + 343 + 325 + 312 + 334 + 283 + 291) = 316$ at; $p_{B3} = 483$ at, also: $p = 316 + \frac{1}{4}(483 - 316) = 358$ at; angewendet ist **p = 354 at**, entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 4550$ at.

Die Umfangmessungen sind in der Mitte der Flasche ohne Farbschicht mit dem Stahlband ausgeführt.

Anspannung Nr.	Umfang U_m nach der n ten Anspannung a unter Druck mm	b entlastet mm	$\Delta U = a - b$ mm	$\Delta U_n = U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	442,5	ohne Farbe		
1	449,5	449,0	0,5	6,5	Umfangsvergrößerung:
5	—	1	—	6	nach dem Versuch $U_m = 457{,}7$ mm
10	9	2	0,7	7	vor dem Versuch $U_m = 443{,}0$ mm
30	450,1	3	8	8	$\Delta U_m = 14{,}7$ mm
50	4	5	9	7,0	
100	8	7	1,1	2	Inhaltsvergrößerung hiermit wie früher berechnet:
200	451,0	450,0	0	5	
300	4	4	0	9	$\Delta J \sim 823$ ccm oder $\frac{0{,}823 \cdot 100}{11{,}18} \sim 7{,}4\,\%$
400	4	4	0	9	
500	4	4	0	9	
600	4	4	0	9	
700	5	5	0	8,0	
800	4	5	0,9	0	
900	5	5	1,0	0	
1000	5	6	0,9	1	
1100	5	6	9	1	
1200	6	7	9	2	
1300	7	8	9	3	
1400	9	9	1,0	4	
1500	9	9	0	4	
1600	9	9	0	4	
1700	9	451,0	0,9	5	
1800	9	0	9	5	
1900	9	0	9	5	
2000	—	457,0	—	14,5	Beim Ablesen unter Druck bei der 2000sten Anspannung stieg der Druck auf $p = 437$ at oder $\sigma = 5620$ at. Deswegen ist der Versuch **nochmals mit 354 at** durchgeführt.
2100	457,9	457,1	0,8	14,6	
2200	458,0	2	8	7	
2400	1	3	8	8	
2600	1	3	8	8	
2800	2	3	9	8	
3000	5	5	1,0	15,0	
3200	5	5	0	0	
3400	5	5	0	0	
3600	5	6	0,9	1	
3800	5	6	9	1	
4000	6	7	9	2	

Der Dauerversuch sollte mit $p = p_S + \frac{1}{2}(p_B - p_S)$ fortgesetzt werden, also mit $p = 316 + \frac{1}{2}(483 - 316) = 400$ at; angewendet ist **p = 394 at** entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 5060$ at.

0	—	457,7	—	—	
100	458,8	8	1,0	0,1	$\Delta U_m = 458{,}0 - 443{,}0 = 15{,}0$ mm
200	9	9	0	2	
300	9	9	0	2	$\Delta J \sim 841$ ccm oder $\frac{0{,}841 \cdot 100}{11{,}18} = 7{,}5\,\%$
400	9	9	0	2	
500	9	9	0	2	Umfang von Bruchrand zu Bruchrand (siehe Fig. 14)
600	9	458,0	0,9	3	$U_B = 458{,}0$ mm.
614	**Bruch**				

c) Materialprüfung.

Zustand		Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	Bg	Bemerkungen.
a) geglüht		längs	K	3170	5140	62	21,2	0,34	180	73	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 5{,}09$ mm — $d_a = \frac{443{,}0}{\pi} = 141{,}0$ mm — $d_i = d_a - 2a = 130{,}8$ mm.
			F	3610	5330	68	20,8	0,31	180	78	
		Mittel	—	**3390**	**5240**	**65**	**21,0**	**0,33**	**180**	**76**	
		quer	K	3470	5490	63	17,6	0,28	180	43	
			F	3710	5270	70	14,6	0,21	180	43	
		Mittel	—	**3590**	**5380**	**67**	**16,1**	**0,25**	**180**	**43**	
b) ungeglüht		längs	K	4670	6000	78	13,3	0,17	180	76	
			F	4540	5920	77	12,8	0,17	180	76	
		Mittel	—	**4610**	**5960**	**78**	**13,1**	**0,17**	**180**	**76**	
		quer	K	4700	6050	78	12,1	0,16	180	34	
			F	4390	5890	75	—	—	180	41	
		Mittel	—	**4550**	**5970**	**77**	[12,1]	[0,16]	**180**	**38**	
b/a · 100	Mittel K u. F	längs	—	136	114	120	62	52	—	100	
		quer	—	127	111	115	[75]	[64]	—	88	
q/1 · 100	Mittel K u. F	geglüht	—	106	103	103	77	76	—	57	
		ungeglüht	—	99	100	99	[92]	[94]	—	50	

Tabelle 10. Versuche mit Flasche 9. (Zeichen u. s. w. siehe Tabelle 1.)

Behandlung: Auf inneren Druck bis p_S geprüft, darauf dem Dauerversuch unterworfen.

Prüfungsergebnisse:

a) Druckprobe.

Druck p at	Umfangänderung U_m Summe $^1/_{100}$ mm	Unterschied $^1/_{100}$ mm	Bemerkungen.
0	0	0	$U_m = 442{,}4$ mm; $d_a = 140{,}8$
22	1	1	$d_i = 130{,}9$ mm; $a = 4{,}95$ mm
0	0	— 1	$\varepsilon_{122} = \frac{0{,}20}{442{,}4} = 0{,}00045$
22	1	1	
0	0	— 1	$\varepsilon_{264} = \frac{0{,}47}{442{,}4} = 0{,}00106$
22	1	1	
44	4	3	$\sigma = p \frac{d_i}{2a}$; $\frac{d_i}{2a} = 13{,}22$
66	8	4	
88	13	5	$\sigma_{122} = 1750$ at
110	18	5	$\sigma_{250} = 3310$ at
132	23	5	$\sigma_S = 3740$ at
0	3	— 20	$\alpha_{122} = \frac{0{,}00045}{1750} = 0{,}00000026$
132	23	20	
154	26	3	$\alpha_{264} = \frac{0{,}00106}{3490} = 0{,}00000030.$
175	32	6	Schaubild siehe Fig. 12 Linie 9.
197	36	4	Inhaltsvergrößerung mit $\triangle U = 1{,}21$ mm und
220	40	4	auf einen Cylinder von $L_i = 82{,}6$ cm berechnet:
242	46	6	$\triangle I \sim 65$ ccm oder $\frac{0{,}265 \cdot 100}{11{,}06} \sim 0{,}6$ %.
264	50	4	
0	3	— 47	
264	50	47	
288	—	—	**Streckgrenze.**
286	60	—	bleibendes $\triangle U = 1{,}21$ mm.
0	121	61	

b) Dauerversuch.

Der Dauerversuch ist mit **p = 350 at** durchgeführt d. h. mit $p = p_S + \frac{1}{2{,}5}(p_B - p_S)$, entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 4630$ at.

Die Umfangmessungen sind in der Mitte der Flasche ohne Farbschicht mit dem Stahlband ausgeführt.

Anspannung Nr.	Umfang U_m nach der n ten Anspannung: a unter Druck mm	b entlastet mm	$\Delta U = a - b$ mm	$\Delta U_n = U_n - U_o$ mm	Bemerkungen.
0	—	443,1	—	—	$U_k = 447{,}0$; $U_f = 444{,}0$ mm
1	451,0	450,0	1,0	6,9	Umfangsvergrößerung:
10	1	5	0,6	4	
20	2	5	7	4	nach dem Versuch . . . . $U_m = 451{,}0$ mm
30	5	8	7	7	vor dem Versuch . . . . $U_m = 442{,}4$ „
40	5	8	7	7	$\Delta U_m = 8{,}6$ mm
50	6	9	7	8	
60	7	9	8	8	Inhaltsvergrößerung hiermit wie früher berechnet:
70	8	451,0	8	7,9	
80	9	0	9	9	$\Delta J \sim 475$ ccm oder $\frac{0{,}475 \cdot 100}{11{,}06} \sim 4{,}3$ %
90	—	1	—	8,0	
100	—	1	—	0	$U_k = 452{,}4$; $U_f = 451{,}2$ mm.
2000	—	1	—	0	

Der Dauerversuch ist mit **p = 375 at** $= p_S + \frac{1}{1{,}9}(p_B - p_S)$ fortgesetzt entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 4960$ at.

0	—	451,0	—	0	$U_k = 452{,}0$; $U_f = 451{,}0$ mm
100	—	8	—	0,8	
200	—	452,1	—	1,1	$\Delta U_m = 454{,}4 - 442{,}4 = 12{,}0$ mm
300	—	453,9	—	2,9	
400	—	9	—	9	Inhaltsvergrößerung hiermit wie früher berechnet:
1000	—	9	—	9	
1100	—	454,0	—	3,0	$\Delta J \sim 667$ ccm oder $\frac{0{,}667 \cdot 100}{11{,}06} \sim 6{,}3$ %
1300	—	1	—	1	
1800	—	4	—	4	$U_k = 457{,}7$; $U_f = 455{,}8$ mm.
2800	—	454,4	—	4	

Der Dauerversuch ist mit **p = 400 at** $= p_S + \frac{1}{1{,}5}(p_B - p_S)$ fortgesetzt entsprechend der Umfangsspannung $\sigma = 5290$ at.

0	—	454,4	—	—	$U_k = 457{,}7$; $U_f = 455{,}8$ mm
100	—	458,2	—	3,8	
200	—	459,2	—	4,8	U_m von Bruchrand zu Bruchrand (siehe Fig. 15) 457,5 mm
286	Bruch	—	—	—	
					$\Delta U_m = 459{,}2 - 442{,}4 = 16{,}8$ mm
					Inhaltsvergrößerung hiermit wie früher berechnet:
					$\Delta J \sim 946$ ccm oder $\frac{0{,}946 \cdot 100}{11{,}06} \sim 8{,}6$ %

Der Bruch erfolgt bei der Belastung zwischen p = 260 u. 350 at.

c) Materialprüfung.

Zustand	Richtung	aus	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	$Z = \sigma_B/\sigma_S \cdot \frac{\delta}{100}$	W	B_g	Bemerkungen.
a) geglüht	längs	K	3420	5300	65	20,1	0,31	180	100	Die mittlere Dicke der Zugproben ist: $a = 4{,}95$ mm
		F	3360	5190	65	21,0	0,32	180	100	
	Mittel	—	**3390**	**5250**	**65**	**20,6**	**0,32**	**180**	**100**	
	quer	K	3760	5500	68	13,7	0,20	180	44	
		F	3640	5500	66	20,1	0,30	180	44	
	Mittel	—	**3700**	**5500**	**67**	**16,9**	**0,25**	**180**	**44**	$d_a = \frac{442{,}4}{\pi} = 140{,}8$ mm
b) ungeglüht	längs	K	4400	6180	71	13,9	0,20	180	73	
		F	5030	6420	78	9,5	0,12	180	59	
	Mittel	—	**4720**	**6300**	**75**	**11,7**	**0,16**	**180**	**66**	$d_i = d_a - 2a = 130{,}9$ mm.
	quer	K	5050	6180	82	5,7	0,07	91	19	
		F	4280	5850	73	11,3	0,15	180	33	
	Mittel	—	**4670**	**6020**	**78**	**8,5**	**0,11**	**136**	**26**	
b/a · 100 Mittel	längs	—	139	120	115	57	50	—	66	
K u. F	quer	—	126	110	116	50	44	—	59	
q/l · 100 Mittel	geglüht	—	109	105	103	82	78	—	44	
K u. F	ungeglüht	—	99	96	104	73	69	—	39	

geführt, weil diese gar zu sehr durch Nebenumstände beeinflußt erscheinen. Man zog vor, diese Ergebnisse der Vollständigkeit wegen in Tabelle 11 zu vereinigen, sie aber sonst beim Vergleich unberücksichtigt zu lassen.

In den Tabellen ist aus den bei den Versuchen beobachteten Werthen die Veränderung der Flaschendurchmesser berechnet. Danach sind die Umfangsdehnungen ε, bezogen auf die Längeneinheiten, für bestimmte Drucke p, sowie die diesen Drucken p entsprechenden Mantelspannungen (der Einfachheit wegen gerechnet nach der Gleichung für dünnwandige Gefäße) bestimmt, und aus diesen errechneten Werthen ist dann die Dehnungszahl α gewonnen. Das Nähere ersieht man leicht aus den Tabellen. Um zugleich einen Ueberblick über die Inhaltsvergrößerung der Flaschen im Verlauf der Versuche zu gewinnen, sind unter den in Tabelle 1 angegebenen Annahmen aus den Versuchsergebnissen die Vergrößerungen ΔJ abgeleitet. Die Versuchsergebnisse sind nach den Drucken p und den Umfangsänderungen ΔU_m in Schaubildern zusammengetragen, auf die in den einzelnen Tabellen verwiesen ist. Ferner sind Skizzen von Lage und Form der Brüche in den einzelnen Flaschen beigefügt. Die Reihenfolge der Versuche geht aus den einzelnen Tabellen hervor.

Versuchsergebnisse.

a. Ergebnisse der Materialprüfungen.

Die Eigenschaften des Flaschenmaterials und seine Veränderungen infolge der voraufgehenden starken und zahlreichen Beanspruchungen durch den Wasserdruck gehen aus Tabelle 11 hervor. Die Werthe sind in Fig. 16 nach der wachsenden Höhe der Anspannung der Flaschen bei den voraufgehenden Prüfungen und Dauerversuchen (nach σ) geordnet. In den allgemeinen Zügen zeigt sich das Bild, wie es schon oft gefunden:

Durch das Ausglühen des Materials vor dem Festigkeitsversuch wird es nahezu in den Anfangszustand zurückgeführt.

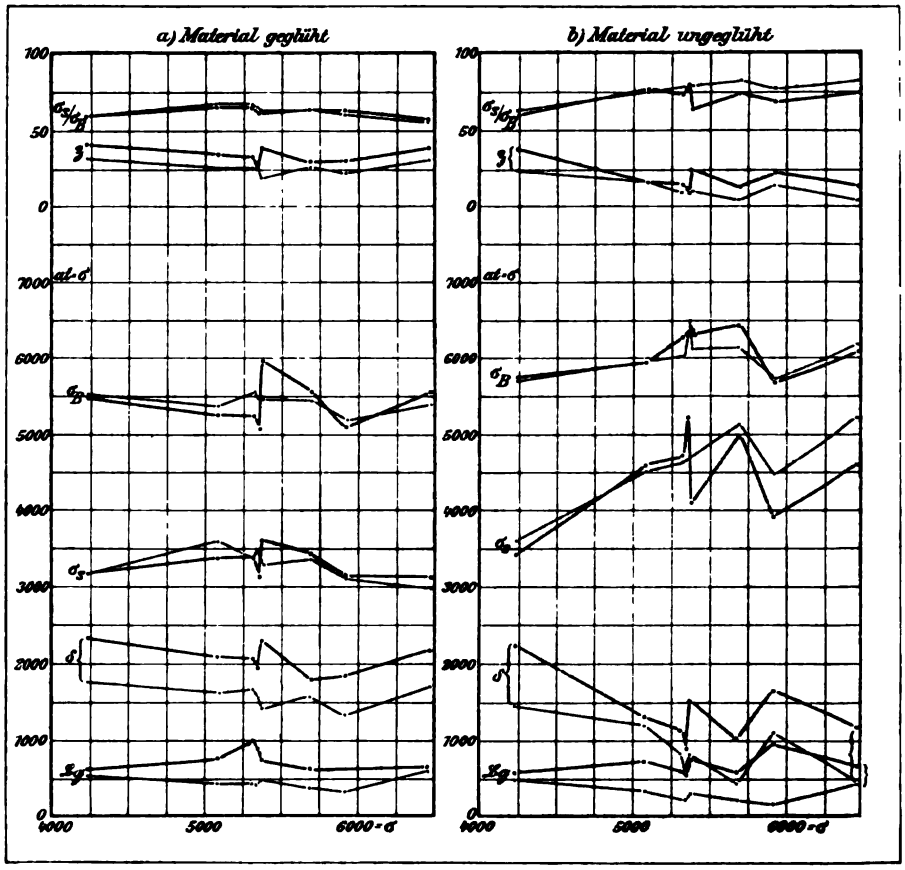


Fig. 16. Aenderungen der Materialeigenschaften unter der voraufgegangenen oftmaligen Beanspruchung (nach Tab. 11). Die Versuchsergebnisse sind nach der Höhe der voraufgegangenen Beanspruchung geordnet. Die stark ausgezogenen Linien beziehen sich auf Längs- die feinen auf Querproben.

Die Linienzüge in Fig. 16 a laufen im Allgemeinen parallel zu der Nulllinie. Die Linien für Längs- und Querproben fallen in den Gruppen σ_S, σ_B und $\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100$ nahezu zusammen und gesetzmäßige Verschiedenheiten zeigen sich nicht. Die Linienzüge δ, ζ und ζ_g, welche die Formänderungsfähigkeit des Materials kennzeichnen, erweisen, daß

die Formänderungsfähigkeit nach der Querrichtung auch beim geglühten Material kleiner ist als in der Längsrichtung.

Zieht man aus Tabelle 11 a die Mittelwerthe, so ergeben sich

$$\sigma_S = 3330 \text{ at}; \quad \sigma_B = 5430 \text{ at}: \quad \frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100 = 61$$

als Mittelwerthe aus beiden Richtungen und

$\delta = 21{,}1$ %, $\zeta_g = 80$, $\zeta = 0{,}35$ für das geglühte,
$= 14{,}8$ „ „ $= 66$ „ $= 0{,}22$ für das ungeglühte Material.

Aus Fig. 16 b und mehr noch aus Fig. 17 erkennt man, daß

die Spannungen an der Bruchgrenze σ_B und weit stärker noch die Spannungen an der Streckgrenze σ_S durch die voraufgehende mit bleibender Formänderung verbundene Be-

anspruchung gesetzmäßig gehoben wird und daß diese Erhöhung mit dem Wachsthum der Vorbeanspruchung, d. h. auch mit der wachsenden bleibenden Formänderung, zunimmt.

Wegen des stärkeren Wachsthums der Streckgrenze nimmt auch die Zahl $\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$ mit wachsender bleibender Formänderung zu.

In welchem Maße und in wie fern das Verhältniß σ_S/σ_B den Materialzustand charakterisirt, ist bereits oftmals hervorgehoben[1]); die früheren Erfahrungen finden hier eine schlagende Bestätigung. Der Werth σ_S/σ_B giebt einen sehr werthvollen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Materialzustandes, insbesondere über den Grad der mechanischen Bearbeitung, die das

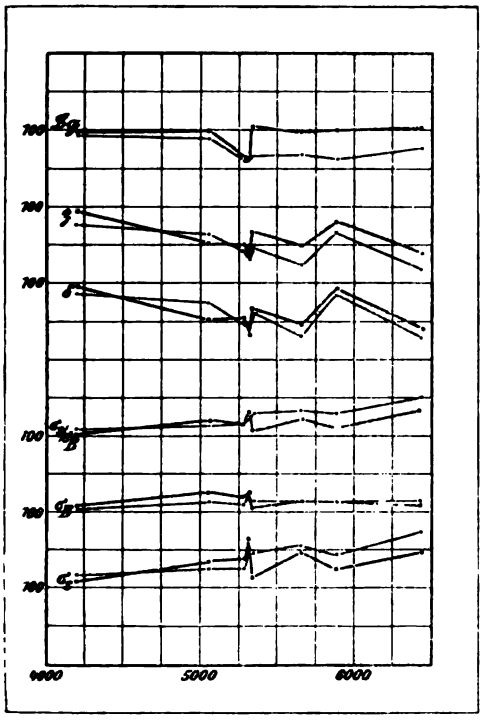


Fig. 17. Wirkung des Ausglühens (nach Tab. 11). Verhältnißzahlen bezogen auf das geglühte Material = 100. Die stark ausgezogenen Linien beziehen sich auf Längs- die feinen auf Querproben.

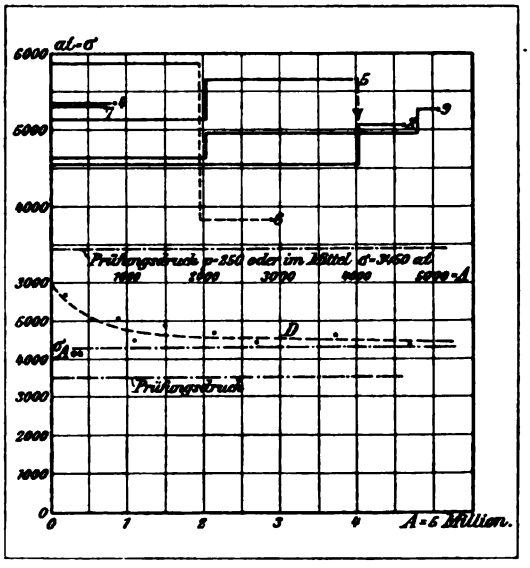


Fig. 18. Ergebnisse der Dauerversuche (nach Tab. 13). Die gestrichelte Linie 6 bezieht sich auf die geglühte Flasche.

Material im kalten Zustande erfuhr. Dasselbe kann auch von dem Werth Z gesagt werden, der früher schon als Maß für die Zähigkeit in Vorschlag gebracht wurde.[2])

Aus Fig. 16 b und besonders aus Fig. 17 geht ferner hervor,

daß durch die voraufgegangene Streckung (Aufweitung der Flasche) die Formänderungsfähigkeit des Materials erhebliche Einbuße erleidet.

Die Linienzüge δ und Z zeigen in Fig 16b und demgemäß auch in Fig. 17 deutliches gesetzmäßiges Fallen. Die Biegegröße Bg zeigt sich nicht in deutlicher Weise durch den Betrag der voraufgegangenen Streckung des Materials beeinflußt; aus der Lage der starken und feinen Linien geht hervor, daß die Werthe von Bg sowohl bei geglühtem als auch bei ungeglühtem Material, bei den Längsproben durchweg höher liegen als bei den Querproben. Die

[1]) Martens: „Handbuch der Materialienkunde" Abs. 365 und 426. „Mittheilungen" 1894 Heft 2 und 3.

[2]) Martens: „Handbuch der Materialienkunde" Abs. 366.

Tabelle 11. **Zusammenstellung der**

Mittelwerthe aus den Tabellen 2–10
(Vergl. Fig.

Flasche Nr.	Vorbehandlung der Flaschen	Proben	geglüht						
			σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	Z	W	B_S
1.	Anlieferungszustand	längs	3180	5460	59	23,1	0,40	180	62
		quer	3180	5500	58	17,3	0,31	180	54
2.	bis $\sigma_S = 42{,}2$ gedrückt	längs	3390	5610	61	24,4	0,41	180	81
		quer	3240	5490	59	12,2	0,21	180	47
3.	bis $\sigma_B = 64{,}4$ gedrückt	längs	3140	5560	57	21,8	0,39	180	68
		quer	3000	5400	56	17,2	0,31	180	62
4.	bis $\sigma_S = 43{,}0$ gedrückt	längs	3610	5970	61	23,1	0,38	180	75
	Dauerversuch $\sigma = 53{,}4 \times 807$	quer	3270	[5450]	[62]	[14,1]	[0,23]	180	48
5.	bis $\sigma_S = 44{,}1$ gedrückt Dauerversuch $\sigma =$ $51{,}3 \times 2000 + 56{,}6 \times 2000$ Dann geglüht und gedrückt bis $\sigma_S = 41{,}3$	längs	3450	5560	63	18,0	0,29	180	63
		quer	3370	5430	63	15,8	0,26	180	38
6.	bis $\sigma_S = 46{,}3$ gedrückt Dauerversf. $\sigma = 58{,}9 \times 2000$; geglüht u. gedrückt bis $\sigma_S =$ $35{,}1$ u. Dauerversuch $\sigma =$ $38{,}2 \times 876$	längs	3160	5100	63	18,3	0,30	180	100
		quer	3140	5180	61	13,4	0,22	180	34
7.	bis $\sigma_S = 38{,}0$ gedrückt	längs	3160	5090	62	19,6	0,32	180	91
	Dauerversf. $\sigma = 53{,}2 \times 718$	quer	3490	5420	65	15,3	0,24	180	42
8.	bis $\sigma_S = 37{,}4$ gedrückt Dauerversuch $\sigma =$ $45{,}5 \times 4000 + 50{,}6 \times 614$	längs	3390	5240	65	21,0	0,33	180	76
		quer	3590	5380	67	16,1	0,25	180	43
9.	bis $\sigma_S = 37{,}4$ gedrückt Dauerversuch $\sigma = 46{,}3 \times$ $2000 + 49{,}6 \times 2800 +$ $52{,}9 \times 286$	längs	3390	5250	65	20,6	0,32	180	100
		quer	3700	5500	67	16,9	0,25	180	44
	Mittelwerthe	längs	3320	5430	62	21,1	0,35	180	80
		quer	3330	[5420]	[62]	[15,4]	[0,25]	180	46

Glühen und Härten der

Die Proben wurden in Reihenfolge der Zahlen in das Gefäß gelegt, wobei sich die Enden mit dem Körner an einer Seite befanden. Die Wärmemessung erfolgte mit einem Pyrometer und einem Milliwoltmeter von Keiser & Schmidt.

1. Härten der Zugproben (99—204).

Die Stäbe wurden langsam angewärmt, der Wärmeanstieg am Pyrometer von 320 bis 740 C° erfolgte in 18 Minuten. Da das Kühlwasser an den Verbindungsstellen der Leitungsdrähte mit den Platindrähten des Pyrometers anfangs 15, nachher 16 C° hatte, geschah die Erhitzung insgesammt bis auf etwa 755 C°. Die glühenden Stäbe wurden in Wasser von 28 C° abgeschreckt, das sich dabei bis auf 45 C° erwärmte.

2. Glühen der Zugproben (98—203).

Langsames Anwärmen. Wärmeanstieg am Pyrometerzeiger von 300 bis 745 C° in 18 Minuten. Kühlwasser an den Verbindungsstellen der Drähte anfangs 15, nachher 17 C°, mithin höchste Hitze der Stäbe etwa 760 C°. Die Abkühlung der geglühten Stäbe erfolgte allmählich und zwar von 745 C° (am Pyrometer abgelesen):

Festigkeitsergebnisse nach den Versuchen.

(Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1).
16 und 17.)

ungeglüht							Wirkung des Ausglühens Verhältnißzahlen (geglüht = 100)							abgeschreckt			
σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	Z	W	Bg	σ_S kg/qcm	σ_B kg/qcm	$\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$	δ %	Z	W	Bg	σ_B kg/qcm	δ %	W	Bg
3430	5760	60	22,3	0,38	180	60	108	105	102	97	95	100	97	10240	—	5	—
3610	5720	63	14,8	0,24	180	49	114	104	109	86	77	100	91	10380	—	20	—
3700	5790	64	20,7	0,33	180	81	109	103	105	85	80	100	100	8110	—	—	—
3770	5710	66	7,7	0,12	180	55	116	104	112	63	57	100	117	4670	—	—	—
4660	6120	76	12,1	0,16	180	71	148	110	133	55	41	100	104	9450	—	—	—
5290	6230	85	5,1	0,06	161	49	176	115	151	30	19	90	79	6470	—	—	—
4110	6340	65	16,5	0,26	180	79	114	106	106	71	68	100	105	6250	—	—	—
4750	[6140]	[81]	[8,5]	[0,11]	108	33	145	[113]	[131]	[60]	[48]	60	69	6410	—	—	—
5000	6480	77	10,7	0,14	180	62	145	116	122	59	48	100	98	5300	—	55	14
5190	6190	84	4,8	0,06	144	26	154	114	133	30	23	80	68	6500	0,2	10	4
3960	5710	70	16,8	0,24	180	100	125	112	111	92	80	100	100	5870	0,5	9	4
4520	5760	79	[11,3]	[0,15]	115	21	144	111	130	[84]	[68]	64	62	5430	—	15	4
5260	6440	82	9,2	0,11	180	60	166	127	132	47	34	100	66	6850	0,3	13	4
5130	6510	79	[6,5]	[0,08]	128	26	147	120	122	[42]	[33]	71	62	7350	—	25	4
4610	5960	78	13,1	0,17	180	76	136	114	120	62	52	100	100	6880	0,4	20	4
4550	5970	77	[12,1]	[0,16]	180	38	127	111	115	[75]	[64]	100	88	7740	—	13	4
4720	6300	75	11,7	0,16	180	66	139	120	115	57	50	100	66	7310	—	15	4
4670	6020	78	8,5	0,11	136	26	126	110	116	50	44	76	59	7290	—	17	4
4380	6100	72	14,8	0,22	180	66	132	113	116	69	61	100	93	—	—	—	—
4610	[6030]	[77]	[8,8]	[0,12]	148	36	139	[111]	[124]	[58]	[48]	82	77	—	—	—	—

Zug- und Biegeproben.

in 5 Minuten auf 700 C° | in 24 Minuten auf 500 C°
„ 14 „ „ 600 „ | „ 37 „ „ 400 „ und langsam weiter.

3. Härten der Biegeproben (111—216).

Langsames Anwärmen. Wärmeanstieg am Pyrometerzeiger von 300 bis 740 C° in 24 Minuten. Kühlwasser an den Verbindungsstellen der Drähte etwa 15 C°, mithin Höchsthitze der Stäbe etwa 755 C°. Kühlwasser vor dem Abschrecken der Stäbe 28 C°, nachher 32 C°.

4. Glühen der Biegeproben (110—215).

Langsames Anwärmen. Wärmeanstieg am Pyrometerzeiger von 340 bis 750 C° in 18 Minuten. Kühlwasser an den Verbindungsstellen der Drähte etwa 15 C°, mithin Höchsthitze der Stäbe etwa 765 C°. Die Abkühlung der geglühten Stäbe erfolgte allmählich und zwar von 750 C° (am Pyrometer abgelesen).

in 4 Minuten auf 700 C° | in 16 Minuten auf 500 C°.
„ 9 „ „ 600 „ | „ 23 „ „ 400 „ und langsam weiter.

Wirkungen des Streckens machen sich überhaupt bei den Querproben, entsprechend der größeren Beanspruchung des Flaschenmaterials in der Umfangrichtung, stärker bemerkbar.

b) Ergebnisse der Wasserdruckproben.

Die Ergebnisse der Wasserdruckproben sind in den Tab. 3 bis 10 unter den Ueberschriften Druckprobe zu finden; sie sind in den in den Tabellen bezeichneten Schaulinien aufgezeichnet. Bei diesen Druckproben wurden die folgenden Werthe für die Streckgrenzen des Flaschenmaterials (Umfangsspannung) gefunden.

Die Streckgrenze für die ungeglühten Flaschen schwanken zwischen $\sigma_s = 3740$ bis 4630 at. Mittel = 4176 at.

Aus den beobachteten Umfangsänderungen wurden, wie in den Tabellen 2 bis 10 angegeben, die in Tab. 12 mitgetheilten Dehnungszahlen α (Dehnung der Längeneinheit für die Spannungseinheit) errechnet; sie schwanken zwischen $(28 \text{ bis } 35) \cdot 10^{-8}$.

c) Ergebnisse der Dauerversuche.

Die Ergebnisse der Dauerversuche sind in den Tabellen 5 bis 10 unter den Ueberschriften „Dauerversuche" aufgeführt. Nach ihnen sind die in den Tabellen bezeichneten Schaulinien aufgetragen, soweit diese Darstellung möglich war, und in Tab. 13 sind sie nochmals übersichtlich geordnet.

Auch Fig. 18 liefert eine Uebersicht über die Dauerversuchsergebnisse. Die Auftragungen geschahen nach der unter den benutzten Spannungen σ erreichten Anzahl A der Anspannungen. Je weiter die mit den Flaschennummern bezeichneten Endpunkte der Linien nach rechts und nach oben liegen, desto günstiger ist das Ergebniß. Die gestrichelten Linien (das Ende von Linie 6) beziehen sich auf ausgeglühte Flaschen; die strichpunktirte Linie giebt diejenige Spannung σ, die dem Prüfungsdrucke entspricht, dem die Flaschen bei der amtlichen Abnahmeprobe (s. Tab. 1) unterworfen waren.

Den Umständen entsprechend, unter denen leider die Versuche ausgeführt werden mußten, tritt das Ergebniß der Dauerversuche nicht so klar gesetzmäßig hervor, wie dies der Fall sein sollte. Jedenfalls zeigt sich aber,

> daß man selbst unter Drucken, die den Prüfungsdruck wesentlich übersteigen, eine immerhin beträchtliche Anzahl von Anspannungen anwenden darf, ohne den Bruch der Flasche herbeizuführen.

Im günstigsten Falle wurde mit Flasche 9 erst nach 5086 Anspannungen (zuletzt unter $p = 400$ at oder $\sigma = 5290$ at) der Bruch herbeigeführt. Im ungünstigsten Falle erfolgte bei ungeglühten Flaschen der Bruch bereits bei 718 Anspannungen unter $\sigma = 5320$ at.

Das Bild, das durch den einwandfrei und in genügender Ausdehnung durchgeführten Dauerversuch hätte gewonnen werden müssen, ist in Fig. 18 unten chematisch angedeutet worden. Wenn eine größere Anzahl von Flaschen ganz gleicher Art durch die in einer selbstthätig wirkenden Einrichtung erzielten Anspannungen von verschiedener Höhe geprüft wird, so werden die unter den höchsten Spannungen geprüften Flaschen am schnellsten zu Bruche gehen, die mit geringeren Spannungen werden erst nach Millionen von Anspannungen platzen und bei noch geringerer Spannung wird auch bei sehr oft (viel millionenmal) wiederholter Anspannung kein Bruch erfolgen. Man würde also etwa den Bruch bei Punkten finden, wie sie in Fig. 18 unten willkürlich angedeutet sind und die Ausgleichlinien D würden sich der Linie σ_{A_∞} asymptotisch nähern, die derjenigen Spannung entspricht, bei der niemals der Bruch eintreten

Tabelle 12. Uebersicht über die Ergebnisse der Wasserdruckproben.

(Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Flasche Nr.	Tabelle Nr.	Streckt bei p_s at	Streckt bei σ_s at	Dehnungszahl α 10^{-6}	Inhaltsvergrößerung bei p at	Inhaltsvergrößerung bei ΔJ %	Bemerkungen.
2	3 a	325	4220	33	334	1,3	
3	4 a [1])	343	4570	28	351	1,2	[1]) $\sigma_B = 6440$ at.
4	5 a	325	4300	30	339	1,4	
5	6 a	312	4410	35	316	0,7	
	6 c [2])	286	4130	30	286	5,6	[2]) Die Flasche war vor dem Versuch geglüht.
6	7 a	334	4630	29	334	0,2	
	7 c [3])	242	3510	18 [3])	329	17,6	[3]) bei geringem p (= 132 at).
7	8 a	283	3800	34	283	0,9	
8	9 a	291	3740	31	294	0,2	
9	10 a	283	3740	30	286	0,6	

Tabelle 13. Uebersicht über die Ergebnisse der Dauerversuche.

(Zeichen u. s. w. siehe Tab. 1.)

Die Dauerversuche sollten mit Anspannungen $p = p_s + n\,(p_B - p_s)$ durchgeführt werden. Hierzu Fig. 18.

Flasche Nr.	Tabelle Nr.	Anspannungen p at	Anspannungen σ at	Anspannungen Zahl N	Inhaltsvergrößerung ΔJ vor Dauerversuch %	Inhaltsvergrößerung ΔJ nach Dauerversuch %	Bemerkungen.
4	5 b	403	5340	807	1,4	2,6	n = 0,50 Vorbelastung: p = 339 at; σ = 4490 at. Bruch.
5	6 b	363	5130	2000	0,7	3,8	n = 0,25 Vorbelastung: p = 316 at; σ = 4470 at.
		400	5660	2000	3,8	(3,4) [1])	n = 0,48 „ : p = 363 at; σ = 5130 at. [2])
6	7 b	425	5890	2000	0,2	10,0	n = 0,67 Vorbelastung: p = 334 at; σ = 4620 at.
	d	263	3820	876	17,6	(13,2) [1])	n = ? Die Flasche wurde ausgeglüht und dann vorbelastet bis: p = 329 at; σ = 4780 at. Bruch.
7	8 b	397	5320	718	0,9	19,0	n = 0,50 Vorbelastung: p = 283 at; σ = 3800 at. Bruch.
8	9 b	354	4550	2000 [3])	0,2	7,4	n = 0,25 Vorbelastung: p = 294 at; σ = 3780 at.
	„	354	4550	2000	—	—	n = 0,25 „ : p = 437 at; σ = 5620 at. [3])
	„	394	5060	614	—	7,5	n = 0,50 Bruch.
9	10 b	350	4630	2000	0,6	4,3	n = 0,40 Vorbelastung: p = 286 at; σ = 3780 at.
	„	375	4960	2800	4,3	6,3	n = 0,53
		400	5290	286	6,3	8,6	n = 0,67 Bruch.

[1]) Durch Auswiegen mit Wasser ermittelt.

[2]) Die Flasche wurde ausgeglüht und vorbelastet und ging dann bei der ersten Anspannung bei weniger als p = 400 at zu Bruche.

[3]) Bei der letzten Anspannung Ueberlastung auf p = 437 at.

kann. Für die Benutzung der Flaschen würde man dann zur Wahrung der Betriebssicherheit eine Spannung σ_k zulassen können, die um ein angemessenes Maß niedriger liegt als σ_{A_∞}. Diese vollkommene Lösung der Aufgabe ließ sich bei den hier besprochenen Versuchen unter den obwaltenden Umständen leider nicht erreichen. Es wird Aufgabe der Versuchsanstalt bleiben, dieses Ziel in ihrem Neubau mit besseren Hilfsmitteln und hoffentlich mit Betheiligung der Industrie oder sonstiger Interessentenkreise zu erstreben.

d) Wirkung des oft wiederholten Streckens und Glühens.

Um die Wirkungen des mehrfach wiederholten Ausglühens auf das Verhalten der Flaschen und auf die Materialeigenschaften festzustellen, sollten einige Flaschen bei den Dauerversuchen jedesmal bis zu 2000 Anspannungen geprüft und dann geglüht werden. Leider können diese mit den Flaschen 5 und 6 ausgeführten Versuche keine volle Aufklärung liefern, weil der Versuch mit Flasche 5 ganz mißglückte, da beim Dauerversuch mit der geglühten Flasche durch einen unaufgeklärt gebliebenen Umstand der Bruch schon bei der erstmaligen Anspannung eineintrat, und weil Flasche 6 bei der Prüfung nach dem Glühen nur 876 Anspannungen im Dauerversuch aushielt. Da damit alle Flaschen zu Bruche gegangen waren, war bedauerlicherweise die unmittelbare Lösung der Frage durch Versuche mit den Flaschen selbst unmöglich geworden und es blieb nichts anderes übrig, als durch den Zerreißversuch mit oftmals ausgeglühtem Material die mittelbare Lösung der Frage zu versuchen.

Der Vorgang bei den Versuchen mit der Flasche spielt sich mit großer Wahrscheinlichkeit wie folgt ab. Nach der Herstellung der Flasche wird sehr wahrscheinlich der Erzeuger sie mit einem inneren Druck probiren, der etwas höher liegt, als der später bei der amtlichen Prüfung benutzte Probedruck. Dadurch wird sehr wahrscheinlich eine geringe bleibende Formänderung hervorgerufen, die zur Folge hat, daß bei der amtlichen Prüfung keine wesentlichen bleibenden Formänderungen mehr gefunden werden[1]).

Die Materialeigenschaften haben sich entsprechend geändert, Streckgrenze und Bruchgrenze wurden erhöht, die Formänderungsfähigkeit wurde vermindert. Wird die Flasche später im Gebrauch mit Spannungen beansprucht, die geringer sind als sie dem amtlichen Probedruck entsprechen, so darf als sehr wahrscheinlich gelten, daß weitere Materialänderungen nur sehr langsam d. h. erst nach sehr großer Zahl von Anspannungen eintreten. Wird aber die Spannung, wie bei den hier ausgeführten Dauerversuchen, über den Probedruck (sie lag immer über der Streckgrenze der Flasche) getrieben, so tritt die Materialänderung rascher ein. Erfahrungsmäßig kann der alte Materialzustand durch vorsichtiges[2]) Ausglühen nahezu wieder herbeigeführt werden. Ist dies der Fall, so müßte das Material in der Flasche oder in einem aus ihr entnommenen Probestab, genau so wie bei dem unter oft wiederholtem Ausglühen gezogenen Draht, sehr große Formänderungen vertragen können, wenn

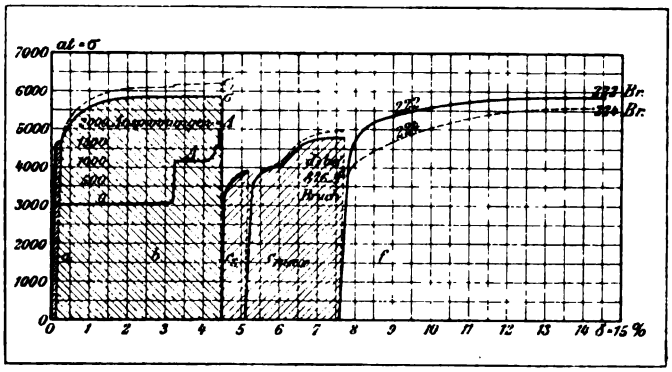


Fig. 19. Flasche 6. Schaubilder nach Tab. 7 entworfen.
a und c Druckproben; b und d Dauerversuche; e Zerreißversuche mit Querstäben.

[1]) Vergl. die Darstellung der Versuchsergebnisse von Bauschinger u. A. über die Wirkung oft wiederholter Beanspruchungen in Martens „Materialienkunde" S. 207—219.

[2]) Daß das Ausglühen von erheblich verschiedener Wirkung sein kann, ist bekannt. Herr Professor Heyn wird demnächst über die Ergebnisse von in der Versuchsanstalt ausgeführten Versuchen berichten, die weitgehendes Interesse erregen dürften.

man den Körper jedesmal nach dem Erreichen einer merkbaren bleibenden Dehnung wieder ausglüht.

Die Ergebniſſe mit Flaſche 6 (Tab. 7 Fig. 9) ſind am beſten geeignet die Vorgänge zu erläutern. Um den unmittelbaren Vergleich mit den Ergebniſſen von Glühverſuchen mit dem Flaſchenmaterial an ſich zu ermöglichen wurden die Linienzüge 6 und 6a aus Fig. 9 in Fig. 19 nochmals aufgetragen, indem die durch den Druck p erzeugten Umfangsſpannungen σ und die erzielten Umfangsdehnungen δ aufgetragen, und zwar einmal errechnet mit dem urſprünglichen Durchmeſſer der Flaſche, den ſie unmittelbar vor dem Verſuch hatte (ausgezogene

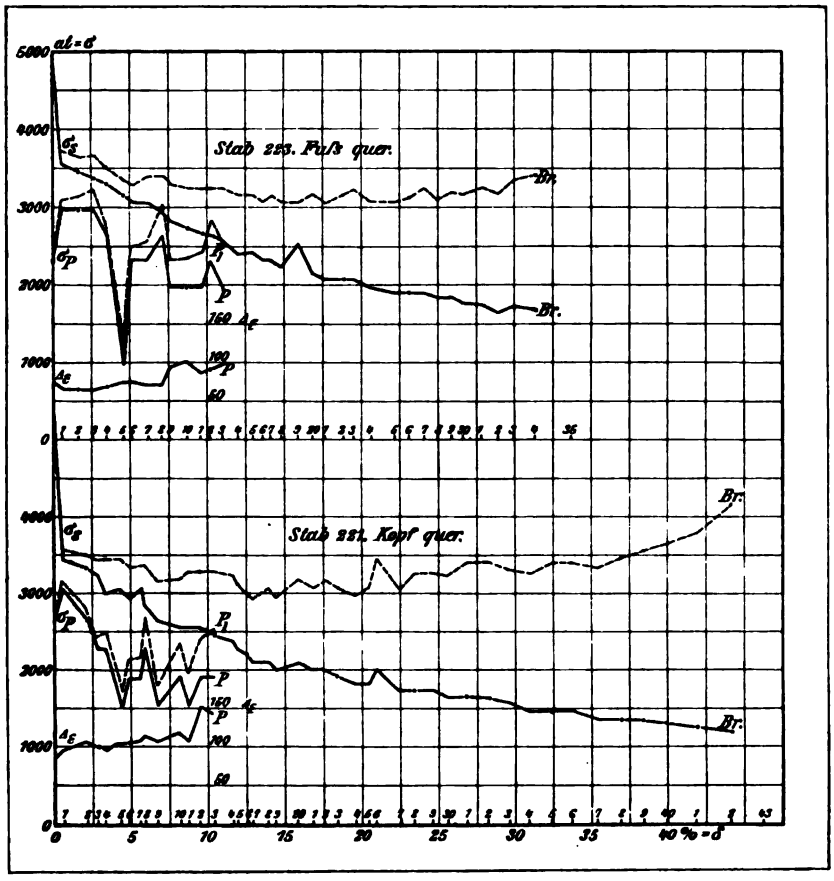


Fig. 20. Streckverſuche bei oft wiederholter Glühung (nach Tab. 14 aufgetragen). σ bezieht ſich auf den urſprünglichen (ausgezogen) und σ_1 auf den veränderten Querſchnitt (geſtrichelt).

Linie σ) und das andere Mal mit dem während des Verſuches gemeſſenen Durchmeſſer (geſtrichelte Linie σ_1). In Fig. 19 iſt außerdem angedeutet, wie die Spannungen σ_1 mit der Zahl der Anſpannungen gewachſen ſind (Linie A). Der Zuſammenhang mit Tab. 7 iſt noch beſtimmter durch die Eintragung der Tabellenzeichen in die einzelnen Abſchnitte der Schaubilder gekennzeichnet, und zwar ſtellt dar: Fläche a den Verlauf der Formänderungen bei der erſten Druckprobe, Fläche b die Formänderungen beim erſten Dauerverſuch, Fläche c die Vorgänge bei der Druckprobe nach dem Glühen der Flaſche. (c_S bis zur Streckgrenze der Flaſche und c max bis zum Höchſtdruck $p = 329$ at oder $\sigma = 4780$ at.)

Die Geſammtdehnung im Flaſchenumfang (d. h. nach der Ausdrucksweiſe in den Tabellen 2—10, in der Querrichtung des Materials) iſt alſo während der Verſuche auf über 7 % angewachſen. Nach dem Bruch betrug die Dehnung 7,5 %; ſie hatte ſich unter den Spannungen $\sigma = 3820$ at bei 876 maliger Anſpannung, alſo nicht merklich vergrößert.

In Fig. 19. ſind auch die Schaubilder aus den Verſuchen mit Stäben, die aus der Flaſche 6 in der Querrichtung entnommen wurden, nach Tab. 7e zuſammengeſtellt. Der angewendete Maaßſtab iſt der gleiche, wie bei den Flaſchen-Schaubildern. Beide Darſtellungen ſind unmittelbar aneinander gereiht, um, ſoweit dies überhaupt angängig, zu berückſichtigen, daß bereits in der Flaſche eine Vorſtreckung von etwa $\delta = 7{,}5$ % ſtattfand.

Die Schweſterſtäbe zu den beiden Stäben 222 und 224, die Stäbe 221 und 223, wurden unter oft wiederholter Glühung nach jedem Strecken geprüft (Tab. 7fg) und lieferten die in Fig. 20 eingetragenen Schaubilder. Fig. 21 und 22 geben die gleichen Vorgänge für

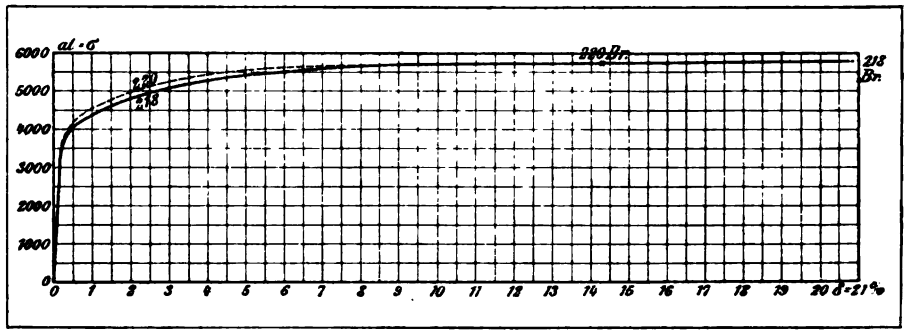


Fig. 21. Flaſche 6 (nach Tab. 7). Zerreißverſuche mit Längsſtäben.

die aus der Längsrichtung entnommenen Stäbe 217 und 219. Dieſe Schaubilder zeigen, wie, abgeſehen von den Sprüngen und Zacken der Linien, im Großen und Ganzen doch ein geſetzmäßiger Vorgang in den Spannungen an der P- und S-Grenze (σ_P und σ_S) ſowie in der Formänderung bis zur P-Grenze ($\Delta\varepsilon_P$) ſtattfindet. Bei der oft wiederholten Streckung mit jedesmaligem Ausglühen ſinken die P- und S-Grenzen, und zwar zunächſt auch die auf den jeweiligen kleinſten Endquerſchnitt bezogenen Spannungen σ_1.

Dieſe auf den jeweiligen kleinſten Endquerſchnitt bezogenen S-Grenzen nähern ſich bei allen vier Stäben einem kleinſten Werthe (etwa 3000 at), bleiben für einen großen Streckungsbereich nahezu gleich und wachſen gegen das Ende hin wieder merklich an (bis gegen 4000 at bei den Stäben 219 und 221).

Bei den Querproben traten ſchon ziemlich früh Kantenriſſe ein, die anfangs recht gefährlich ausſahen, aber ſich dann in ganz auffallender Weiſe verbreiterten und erſt nach weiterer beträchtlicher Dehnung zum Bruche führten; Fig. 23 zeigt ſolche Stellen. Die Querproben 221 und 223 kamen erſt zum Bruche, nachdem ſie ſich um 44 und 32 % gedehnt hatten, die Längsproben 217 und 219 aber erſt nach Dehnungen von 100 und 76 %. Berechnet man aber aus den beim jeweiligen vorletzten Verſuch vor dem Bruch gemeſſenen Querſchnitten an der meiſt geſtreckten Stelle des Stabes nach dem Erfahrungsſatze, daß bei der bleibenden Formänderung Körper vom Dichtigkeitsgrade $\mathfrak{d} = r/s = 1$ ihren Dichtigkeitsgrad nur in ſehr geringem Maaße ändern[1]), die dem gleichbleibenden Rauminhalt entſprechende

[1]) Siehe „Materialienkunde" S. 10.

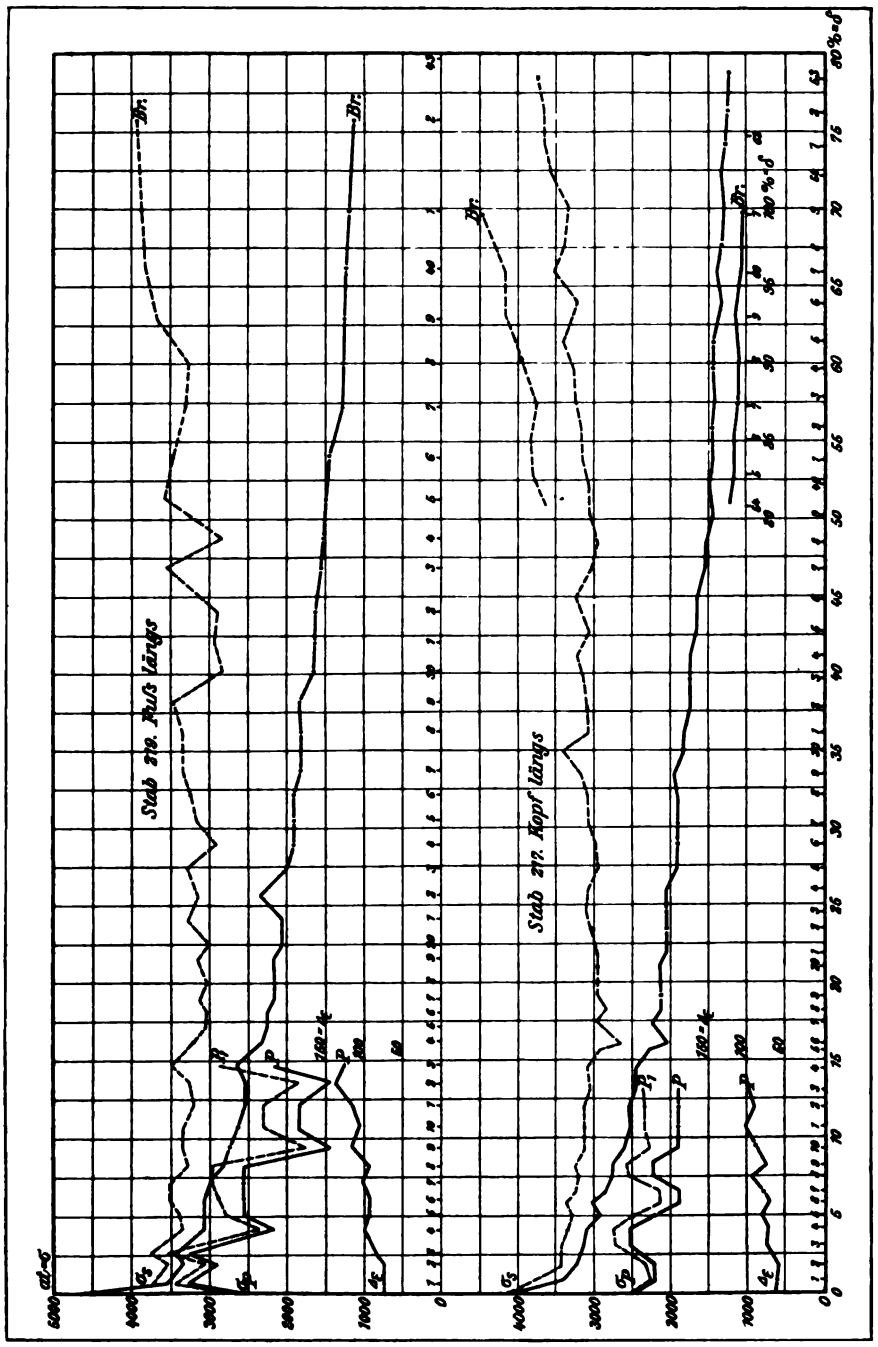


Fig. 22. Streckversuche bei oft wiederholter Glühung (nach Tab. 14 u. 15 aufgetragen). σ bezieht sich auf den ursprünglichen (ausgezogen) und σ_1 auf den veränderten Querschnitt (gestrichelt).

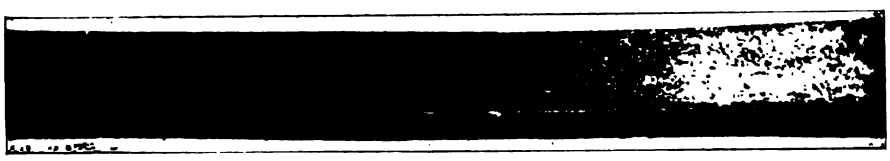


Fig. 23. Der Stab war bis zum Eintritt des ersten Risses 5 mal, bis zur photogr. Aufnahme 33 mal gestreckt. Der Stab ist bis zum Eintritt des Bruches noch einmal gestreckt.

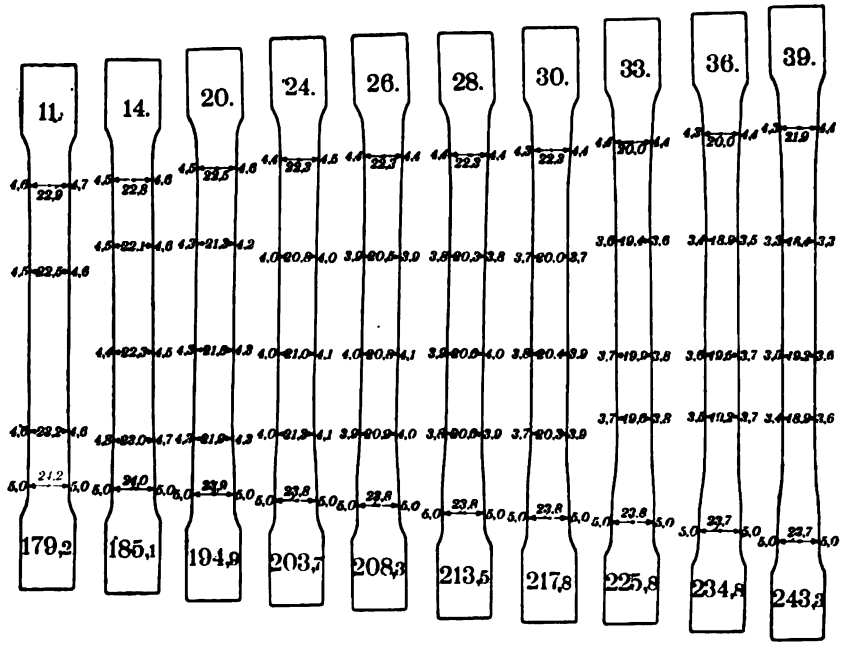


Fig. 24. Stab 217 (Kopf länge). Die Zahl im oberen Kopf giebt die Nummer der Glühung an. Die Zahl im unteren Kopf giebt die Länge des Stabes zwischen den Marken.

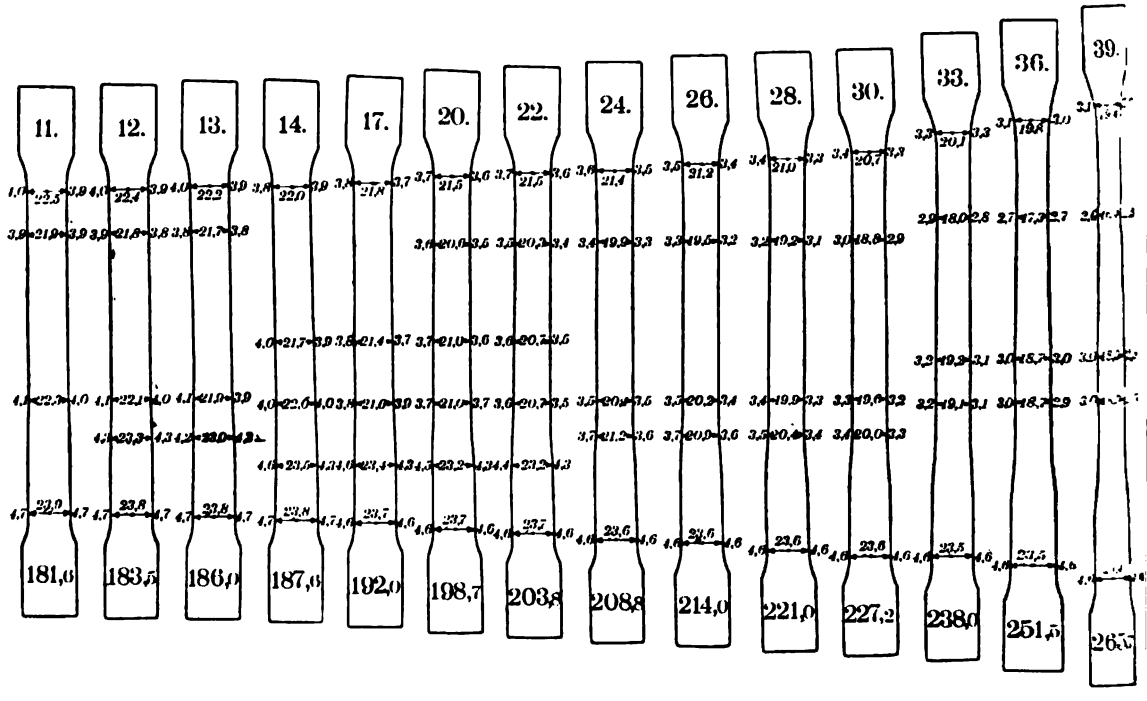


Fig. 25. Stab 219 (Fuß länge). Die Zahl im oberen Kopf giebt die Nummer der Glühung an. Die Zahl im unteren Kopf giebt die Länge des Stabes zwischen den Marken.

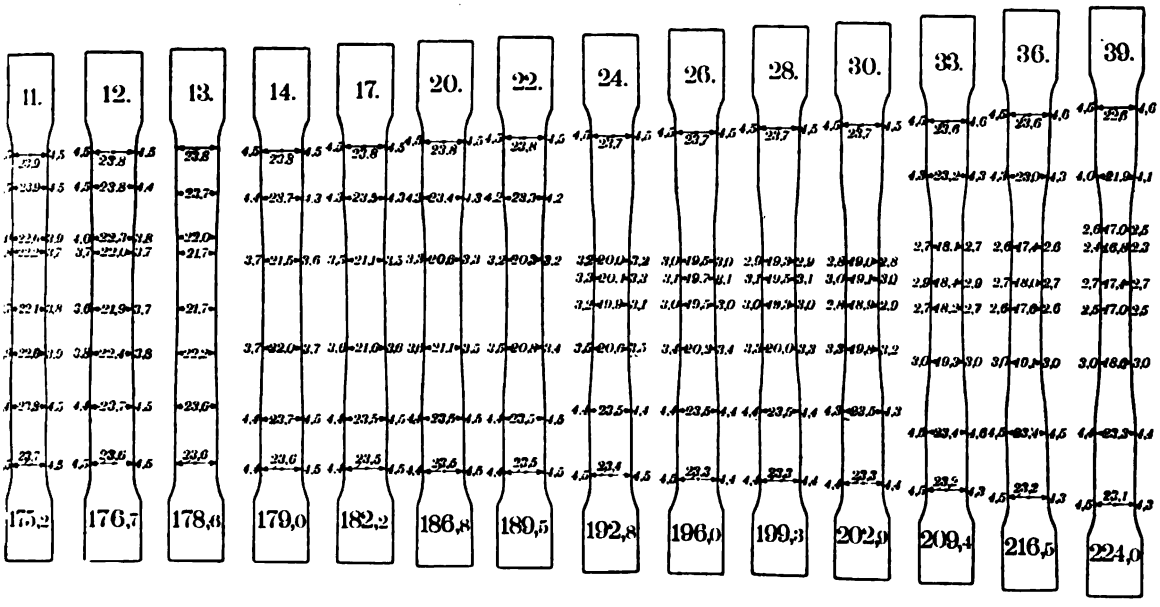


Fig. 26. Stab 221 (Kopf quer). Die Zahl im oberen Kopf giebt die Nummer der Glühung an. Die Zahl im unteren Kopf giebt die Länge des Stabes zwiſchen den Marken.

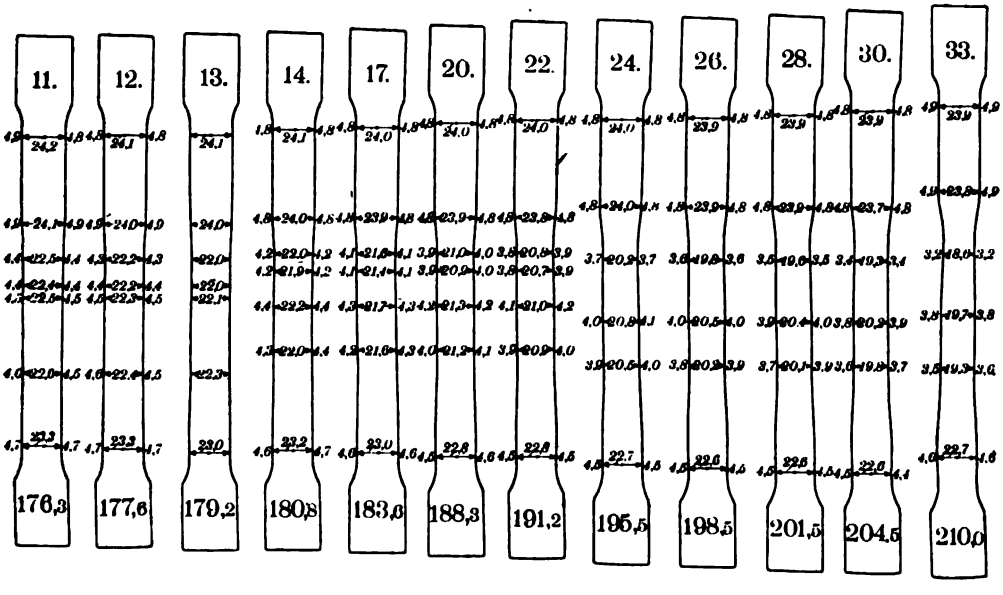


Fig. 27. Stab 223 (Fuß quer). Die Zahl im oberen Kopf giebt die Nummer der Glühung an. Die Zahl im unteren Kopf giebt die Länge des Stabes zwiſchen den Marken.

Tabelle 14. Ergebnisse der Versuche über den Einfluß oft wieder-

(Bezeichnungen u. s. w. siehe Tab. 1.

Stab 217.

Ursprünglich f = 126 qmm		1. Glühung f = 123 qmm		2. Glühung f = 122 qmm		3. Glühung f = 119 qmm		4. Glühung f = 118 qmm		5. Glühung f = 116 qmm		6. Glühung f = 116 qmm		7. Glühung f = 115 qmm	
σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon$ 10^{-6} mm
320	0	330	0	330	0	340	0	340	0	340	0	340	0	350	0
640	161	650	172	660	157	670	191	680	175	690	181	690	170	700	178
950	166	980	163	980	164	1010	176	1020	174	1030	179	1030	170	1040	180
1270	162	1300	161	1310	164	1340	181	1360	171	1380	184	1380	173	1390	179
1590	164	1630	165	1640	166	1680	179	1700	177	1720	182	1720	174	1740	180
1900	166	1950	166	1970	162	2020	170	2040	182	2070	182	2070	172	2090	187
2220	166	2280	161	2300	164	2350	171	2370	174	2420	188	2420	186	2440	212
2540	169	2600	196	2620	174	2690	171	2710	174	2760	257	2760	185	2780	741
2860	189	2930	167	2950	163	3030	187	3050	192	3100	13[1])	3100	210	3130	—[2])
3180	234	3250	171	3280	158[1])	3360	—[2])	3310	—[2])	3190	—[2])	3280	—[2])	—	—
3490	398	3500	—[2])	3360	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3810	217[1])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—[2])
4130	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel $\Delta\varepsilon_P$	165	165		163		177		175		182		172		181	
P σ = —		2220		2220		2540		2540		2220		1900		1910	
P σ_1 = 2540		2290		2350		2730		2760		2500		2140		2180	
S σ = —		3410		3250		3170		3100		2940		3020		2860	
S σ_1 = 4130		3520		3440		3420		3360		3300		3390		3270	
ε'_S	8150	18800		31300		42500		50000		58200		65000		75000	

Stab 219.

360	0	360	0	370	0	380	0	380	0	390	0	390	0	390	0
730	170	730	174	750	167	760	179	760	201	780	196	780	187	780	199
1090	179	1090	177	1120	166	1130	183	1130	201	1170	193	1180	190	1180	200
1450	177	1450	175	1500	169	1510	187	1510	202	1550	195	1570	191	1570	200
1820	174	1820	175	1870	180	1890	185	1890	198	1940	195	1960	195	1960	205
2180	177	2180	179	2240	175	2260	184	2260	198	2330	194	2360	195	2360	201
2550	181	2550	176	2620	178	2640	178	2640	207	2720	197	2740	199	2740	204
2910	195	2910	178	2990	181	3020	177	3020	1106	3110	206	3140	214	3140	—[2])
3270	234	3270	172	3370	12[1])	3400	181	3210	—[2])	3300	—[2])	3330	—[2])	3240	—[2])
3640	363	3550	—[2])	3460	—[2])	3590	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—
4000	851	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4370	35[1])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—[2])
4640	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\Delta\varepsilon_P$	176	176		174		182		200		195		193		202	
P σ = —		3270		2910		3270		2180		2550		2550		2550	
P σ_1 = 2550		3430		3080		3560		2380		2800		2890		2980	
S σ = —		3550		3360		3460		3090		3090		3090		3000	
S σ_1 = 4640		3710		3560		3760		3370		3400		3510		3510	
ε'_S	6880	20000		26900		41900		51300		61300		72500		82500	

holten Streckens und Ausglühens auf das Material der Flasche 6.

ε' = bleibende Dehnung.)

(Längsproben aus dem Kopf.)

8. Glühung f = 115 qmm		9. Glühung f = 115 qmm		10. Glühung f = 111 qmm		11. Glühung f = 109 qmm		12. Glühung f = 109 qmm		13. Glühung f = 108 qmm		Bemerkungen.
σ at	$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm	σ at	$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm	σ at	$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm	σ at	$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm	σ at	$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm	σ at	$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm	
350	0	350	0	360	0	370	0	370	0	370	0	
700	200	700	158	720	184	730	201	730	189	740	200	[1]) Vorgehen der Ablesung.
1040	199	1040	181	1080	201	1100	206	1100	191	1110	200	[2]) Fließen.
1390	200	1390	173	1440	190	1470	222	1470	189	1480	198	[3]) Skalen verschwunden.
1740	196	1740	178	1800	184	1840	190	1840	194	1850	197	[4]) Stab zeigt innerhalb der Meßlänge schwache Einschnürung.
2090	192	2090	183	2160	**194**	2200	**195**	2200	**199**	2220	**198**	
2440	**193**	2440	**187**	2520	230	2570	206	2570	218	2590	219	
2780	217	2780	217	2880	178[1])	2940	—[2])	2940	—[2])	2870	—[2])	
3040	—[2])	3040	—[2])	2970	—[2])	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schaubild siehe Fig. 22.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
197		177		191		203		192		198		
2220		2220		1910		1910		1910		1910		
2570		2590		2290		2350		2350		2380		
2780		2780		2620		2540		2540		2460		
3210		3240		3140		3140		3140		3070		
82500		93800		107500		120000		131300		145000		

(Längsproben aus dem Fuß.)

390	0	410	0	410	0	420	0	420	0	420	0	
780	188	820	211	820	206	840	215	840	242	840	225	[1]) Vorgehen der Ablesung.
1180	196	1220	219	1220	205	1260	213	1260	241	1260	216	[2]) Fließen.
1570	197	1630	**220**	1630	207	1680	224	1680	**237**	1680	238	[3]) Skalen verschwunden.
1960	197	2040	241	2040	**209**	2100	**214**	2100	255	2100	244	[4]) Stab zeigt innerhalb der Meßlänge schwache Einschnürung.
2360	190	2450	293	2450	222	2530	252	2530	277	2530	**224**	
2740	**196**	2860	1024	2860	657[1])	2950	—[2])	2950	—[2])	2950	342	
3040	—[2])	3060	—[2])	2960	—[2])	—	—	—	—	3050	—[2])	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
194		217		207		217		240		226		
2550		1450		1820		1820		1450		2180		
2980		1780		2300		2300		1860		2890		
2820		2730		2640		2550		2550		2640		
3300		3330		3330		3210		3260		3500		
94400		107500		121300		135000		147000		162500		

Stab 221.

Ursprünglich f = 126 qmm		1. Glühung f = 123 qmm		2. Glühung f = 122 qmm		3. Glühung f = 119 qmm		4. Glühung f = 118 qmm		5. Glühung f = 116 qmm		6. Glühung f = 116 qmm		7. Glühung f = 115 qmm	
σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm	σ at	$\Delta\varepsilon =$ 10^{-6} mm
380	0	380	0	380	0	380	0	380	0	380	0	400	0	400	0
760	162	760	196	760	202	760	207	770	191	770	203	790	198	790	210
1140	194	1140	193	1140	168	1140	209	1150	199	1150	208	1190	217	1190	197
1520	179	1520	197	1520	196	1520	195	1540	197	1540	**204**	1580	200	1580	211
1910	182	1910	200	1910	204	1910	193	1920	198	1920	222	1980	**208**	1980	**215**
2290	199	2290	198	2290	194	2290	**196**	2310	**199**	2310	230	2380	224	2380	223
2670	**200**	2670	196	2670	**208**	2670	263	2690	206	2690	204	2770	1060	2770	240
3050	232	3050	**201**	3050	211	3050	248[1])	3080	252	3080	—[2])	3070	—[2])	2970	—[2])
3430	275	3430	—[2])	3330	—[2])	3340	—[2])	3170	—[2])	—	—	—	—	3170	—[2])
3810	366	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4190	450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4570	757	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4950	147[1])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5340	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\Delta\varepsilon_P$	186	197		205		200		197		205		205		208	
P σ	—	3050		2670		2290		2290		1520		1900		1900	
P σ_1	2670	3170		2800		2430		2500		1720		2150		2180	
S σ	—	3430		3330		3240		3000		3050		2950		3060	
S σ_1	5340	3560		3500		3440		3440		3440		3330		3480	
ε'_B	6250	21250		28100		33750		43750		48800		55000		59300	

Stab 223.

330	0	330	0	340	0	350	0	350	0	350	0	350	0	350	0
660	171	660	171	680	170	700	165	700	165	700	176	700	173	700	168
990	176	990	169	1020	160	1040	164	1040	169	1050	**177**	1050	**186**	1050	182
1320	175	1320	165	1360	159	1390	166	1390	166	1400	209	1400	171	1400	155
1650	188	1650	165	1690	162	1740	165	1740	169	1750	209	1750	174	1750	172
1980	172	1980	163	2030	168	2090	168	2090	167	2110	[552]	2110	173	2110	173
2320	**181**	2320	164	2370	168	2440	166	2440	171	2460	[177]	2460	**179**	2460	**177**
2650	194	2650	168	2710	172	2780	168	2780	**177**	2810	262	2810	187	2810	204
2980	205	2980	**167**	3050	**168**	3130	**169**	3130	227	3160	466	3160	82[1])	3160	—[2])
3310	251	3310	184	3390	187	3480	—[2])	3480	—[2])	3340	—[2])	3250	—[2])	3250	—[2])
3640	350	3560	—[2])	3560	—[2])	3570	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—
3970	455	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—[2])	—	—	—	—[2])
4300	842	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4630	181[1])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4880	—[2])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\Delta\varepsilon_P$	177	167		165		166		169		176		176		171	
P σ	—	2980		2980		2980		2640		900		2310		2310	
P σ_1	2320	3100		3130		3220		2810		1060		2500		2570	
S σ	—	3550		3470		3390		3310		3140		3060		3060	
S σ_1	4880	3710		3650		3660		3510		3360		3300		3400	
ε'_B	5630	16880		26250		35000		46250		50700		62600		70700	

Dehnung im kleinsten Querschnitt, so ergeben sich für die Querproben 223 und 221 Dehnungen von 96 und 201 %, und für die Längsproben 217 und 219 ergeben sich die entsprechenden Werthe zu 294 und 224 %.

Die Dehnungen $\Delta\varepsilon_q$ (Mittelwerthe nach Tab. 7 f) nehmen, wie Fig. 20 und 22 zeigen, ständig zu. Diese Zunahme erscheint aber nicht in ihrem wahren Betrage, weil bei dem Versuch etwa von der 7. Wiederholung an die Stäbe auf einen Theil ihrer prismatischen Länge,

(Querproben aus dem Kopf.)

8 Glühung f = 115 qmm		9. Glühung f = 115 qmm		10. Glühung f = 111 qmm		11. Glühung f = 109 qmm		12. Glühung f = 109 qmm		13. Glühung f = 108 qmm		Bemerkungen.
σ at	$\parallel \frac{\Delta s}{10}$ mm	σ at	$\parallel \frac{\Delta s}{10}$ mm	σ at	$\parallel \frac{\Delta s}{10}$ mm	σ at	$\parallel \frac{\Delta s}{10}$ mm	σ at	$\parallel \frac{\Delta s}{10}$ mm	σ at	$\parallel \frac{\Delta s}{10}$ mm	
400	0	400	0	410	0	410	0	410	0	410	0	
790	212	790	208	820	220	820	204	820	245	820	244	[1]) Ablesungen gehen vor.
1190	219	1190	208	1240	219	1240	210	1240	261	1240	243	[2]) Fließen.
1580	213	1590	**211**	1650	221	1650	**207**	1650	249	1650	238	[3]) Skalen verschwunden.
1980	213	1980	218	2060	**218**	2060	221	2060	**260**	2060	**248**	[4]) Stab zeigt innerhalb der Meßlänge schwache Einschnürung.
2380	**214**	2380	225	2470	297	2470	363	2470	289	2470	275	[5]) Stärkere Einschnürstelle.
2770	248	2770	—[5])	2780	—[5])	2780	—[5])	2780	—[5])	2680	—[5])	
2970	—[5])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—[4])	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
214		209		219		207		252		242		
2290		1520		1900		1520		1900		1900		
2700		1800		2350		1950		2440		2530		
2860		2670		2570		2570		2570		2480		
3370		3150		3180		3290		3290		3290		
67500		82500		87500		95000		104400		116300		

(Querproben aus dem Fuß.)

350	0	360	0	360	0	360	0	370	0	370	0	
710	164	710	208	730	201	730	183	730	192	730	198	[1]) Vorgehen der Ablesung.
1060	167	1070	208	1090	204	1090	186	1100	184	1100	197	[2]) Fließen.
1420	174	1430	181	1450	196	1450	183	1470	191	1470	193	[3]) Skalen verschwunden.
1770	173	1790	194	1820	200	1820	189	1840	192	1840	196	[4]) Stab zeigt an einer Seite innerhalb der Meßlänge schwache Rißbildung.
2120	166	2140	**195**	2180	**199**	2180	**190**	2200	188	2200	**202**	
2480	176	2500	223	2550	218	2550	292	2570	**191**	2570	318	[5]) Stab zeigt innerhalb der Meßlänge schwache Einschnürung.
2830	**167**	2860	1189	2910	1762	2910	—[5])	2940	—[5])	2840	—[5])	
3190	—[5])	3040	—[5])	3000	—[5])	—	—	—	—	—	—	[6]) Stärkere Einschnürung.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—[4])	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
170		195		200		186		190		197		
2650		1980		1980		1980		2310		1980		
3020		2330		2350		2430		2830		2530		
2980		2810		2730		2640		2650		2560		
3400		3300		3240		3240		3240		3260		
75600		87500		95600		101900		110000		120000		

und zwar innerhalb der Meßlänge, stärkere Querschnittszusammenziehungen zeigten als im übrigen Theil. Da sich diese Zustände im weiteren Verlauf der Versuche verstärkten, sind später von Zeit zu Zeit die Umrisse der Stäbe aufgezeichnet, die Querschnitte an charakteristischen Stellen aufgemessen und in diese Zeichnungen eingetragen. Diese Umrißzeichnungen mit den eingeschriebenen Maßen sind in Fig. 24—27 in stark verkleinertem Maßstabe dargestellt.

Tabelle 15 (Fortsetzung zu Tabelle 14).

Veränderungen der Streckgrenzen mit fortschreitender Dehnung und bei oft wiederholter Glühung.

Stab 217. (Längsproben aus dem Kopf.)

	14. Glühung	15. Glühung	16. Glühung	17. Glühung	18. Glühung	19. Glühung	20. Glühung	21. Glühung	22. Glühung	23. Glühung	24. Glühung	25. Glühung	26. Glühung	27. Glühung	28. Glühung	29. Glühung	30. Glühung	31. Glühung
							$\Delta\varepsilon = 10^{-6}$ mm											
σ	2460	2300	2060	2220	2140	2140	2060	2060	2060	2060	2060	1910	1910	1910	1910	1940	1830	1810
σ_1	3100	2930	2680	2980	2870	2970	2960	2990	3060	3100	3100	2960	3000	3080	3090	3180	3400	3080
ε'_S	157000	161000	174000	182000	191000	210000	218000	235000	245000	260000	273000	289000	302000	321000	334000	349000	361000	378000

Stab 219. (Längsproben aus dem Fuß.)

σ	2340	2270	2270	2180	2180	2180	2090	2090	2360	2000	1910	1910	1910	1820	1820	1840	1680	1660
σ_1	3210	3050	3050	3120	3040	3160	3010	3290	3150	3290	2920	3180	3230	3330	3340	3480	2850	2950
ε'_S	172000	181000	189000	200000	216000	225000	242000	257000	274000	289000	305000	321000	337000	362000	381000	401000	420000	440000

Stab 221. (Querproben aus dem Kopf)

σ	2380	2290	2190	2100	2100	2000	2100	2000	2000	1900	1810	1810	2000	1710	1710	1730	1620	1650
σ_1	3210	3120	2990	2940	3060	2960	3190	3090	3180	3080	2970	3070	3440	3050	3220	3250	3210	3390
ε'_S	119000	126000	129000	139000	144000	158000	168000	175000	184000	196000	205000	209000	225000	234000	246000	256000	268000	282000

Stab 223. (Querproben aus dem Fuß.)

σ	2400	2400	2320	2310	2230	2530	2150	2070	2070	2070	1980	1900	1900	1900	1820	1820	1790	1740
σ_1	3150	3150	3080	3150	3070	3060	3170	3050	3170	3210	3080	3070	3110	3240	3100	3190	3180	3230
ε'_S	130000	136000	141000	148000	159000	168000	177000	189000	195000	207000	222000	231000	241000	250000	259000	266000	278000	289000

Stab 217.

Bruchspannung: $\sigma_B = 1350$ at, $\sigma_{B_1} = 5860$ „

Bruchdehnung: $\varepsilon'_B = 1047000$

Stab 219.

$\sigma_B = 1550$ at

$\sigma_{B_1} = 5310$ „

$\varepsilon'_B = 797000$

Stab 217. (Längsproben aus dem Kopf.)

	32. Glühung	33. Glühung	34. Glühung	35. Glühung	36. Glühung	37. Glühung	38. Glühung	39. Glühung	40. Glühung	41. Glühung	42. Glühung	43. Glühung	44. Glühung	45. Glühung	46. Glühung	47. Glühung	48. Glühung	49. Glühung
							$\Delta\, \varepsilon = 10^{-6}$ mm											
σ	1750	1760	1730	1660	1660	1550	1510	1460	1490	1470	1460	1440	1430	1430	1350	1400	1350	1300
σ_1	3100	3130	3210	3070	3220	3050	2970	3070	3080	3140	3180	3250	3280	3400	3210	3520	3400	3340
ε'_S	396000	411000	427000	448000	467000	484000	502000	521000	537000	558000	578000	596000	614000	638000	658000	675000	700000	721000

Stab 119. (Längsproben aus dem Kopf.)

σ	1640	1570	1520	1500	1450	1290	1280	1270	1250	1200	1140
σ_1	2900	3530	2830	3590	3460	3300	3280	3680	3810	3880	3940
ε'_S	468000	487000	512000	539000	572000	600000	628000	661000	698000	757000	—

Stab 221. (Querproben aus dem Kopf.)

σ	1620	1570	1450	1450	1450	1320	1310	1310	1290	1260	1180
σ_1	3400	3300	3230	3380	3380	3310	3450	3540	3650	3770	4130
ε'_S	296000	309000	324000	337000	353000	369000	384000	400000	418000	441000	—

Stab 223. (Querproben aus dem Fuß.)

σ	1650	1720	1690
σ_1	3180	3350	3400
ε'_S	300000	313000	—

Stab 221.

Bruchspannung: $\sigma_B = 1620$ at, $\sigma_{B_1} = 5670$ „

Bruchdehnung: $\varepsilon'_B = 462000$

Stab 223.

$\sigma_B = 1960$ at

$\sigma_{B_1} = 3950$ „

$\varepsilon'_B = 387000$

Stab 217. (Längsproben aus dem Kopf.)

	50. Glühung	51. Glühung	52. Glühung	53. Glühung	54. Glühung	55. Glühung	56. Glühung	57. Glühung	58. Glühung	59. Glühung	60. Glühung	61. Glühung
					$\Delta\, \varepsilon = 10^{-6}$ mm							
σ	1330	1300	1290	1240	1210	1170	1170	1110	1100	1130	1060	1030
σ_1	3580	3640	3680	3720	3620	3800	3820	3780	3940	4180	4180	4480
ε'_S	740000	762000	784000	808000	829000	851000	873000	901000	930000	958000	996000	—

3. Abscheidung von Cholesterin und Phytosterin aus Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl.

2. Mittheilung.

Von Dr. J. Marcusson, Assistenten der Abtheilung für Oelprüfung.

Im Jahrgang 1900 S. 261 der „Mittheilungen" sind zwei Wege beschrieben worden, nach denen sich aus Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl die natürlichen unverseifbaren Bestandtheile der fetten Oele, d. h. Cholesterin und Phytosterin, abscheiden lassen. Die Abscheidung sollte zur Feststellung der thierischen oder pflanzlichen Abkunft des fetten Oeles dienen. Ein weiterer bei Gegenwart beliebig dicker Mineralöle brauchbarer Weg ergiebt sich aus der bekannten Beobachtung[1]), daß die höheren Alkohole der fetten Oele aus alkoholischer Seifenlösung durch Petroläther nur unvollständig, aus wässeriger oder schwach alkoholischer Seifenlösung dagegen leicht durch Aethyläther ausgezogen werden.

Hiernach wird das zu untersuchende Oelgemisch zunächst mit alkoholischer Kalilauge zwecks Verseifung des vorhandenen fetten Oeles gekocht. Die Seifenlösung wird mit dem gleichen Raumtheil Wasser versetzt, nach Spitz und Hönig in bekannter Weise durch mehrfaches Ausschütteln mit Petroläther vollständig vom Mineralöl befreit und hierauf zur Entfernung des Alkohols eingedampft.

Der Rückstand, welcher nun neben der Fettseife nur noch die höheren Alkohole enthält, wird mehrfach mit Aethyläther ausgeschüttelt. Aus der ätherischen Lösung werden die höheren Alkohole durch Abdestilliren des Aethers und Umkrystallisiren aus Alkohol in bekannter Weise rein erhalten.

Die beschriebene Trennung der höheren Alkohole vom Mineralöl ist selbstverständlich nicht quantitativ. Sie genügt aber bei einer Ausgangsmenge, die etwa 100 g fettem Oel entspricht, zum qualitativen Nachweis der thierischen oder pflanzlichen Abkunft des fetten Oeles und bis zu einem gewissen Grade auch zur Erkennung von Gemischen beider Oele neben Mineralöl. Das Verfahren wurde vom Verf. in zwei Fällen erprobt. Im ersteren Falle wurde in einer hier hergestellten Mischung von 100 g reinem Knochenöl mit der gleichen Menge eines sog. Sicherheitsmineralöls (Flüssigkeitsgrad Engler 2,5 bei 20 C°) Gegenwart von reinem Cholesterin bezw. die thierische Abkunft des zugesetzten fetten Oeles festgestellt.

Im zweiten Falle handelte es sich um ein zur amtlichen Prüfung eingereichtes Oel, das aus einer Mischung von 67 % reinem Knochenöl mit 33 % eines dünnflüssigen Mineralöls bestehen sollte. Die Verseifungszahl der aus dem Oel abgeschiedenen Fettsäuren war 196,6, die Jodzahl 81,4. Das Oel gab sehr schwach die Halphensche Reaktion. Die Gegenwart von geringen Mengen Baumwollsaatöl erschien daher nicht ausgeschlossen. Nach Soltsien[2]) ist ein positiver Ausfall der Halphenschen Reaktion für Gegenwart von Baumwollsaatöl an sich nicht beweisend.

Die zur Entscheidung der Frage nöthige Abscheidung der höheren Alkohole wurde zweimal durchgeführt. Im ersteren Falle zeigten die Krystalle den Schmelzpunkt 147—147,1 (unkorr.) und reine Cholesterinformen. Im zweiten wurde das wiederum rein abgeschiedene

[1]) Siehe a. Bömer, Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- und Genußmittel 1898, S. 36.

[2]) Zeitschr. f. öffentl. Chem. 1901, S. 140.

Cholesterin nach Bömer[1]) durch Behandeln mit Essigsäureanhydrid in die Acetylverbindung übergeführt, da sich nach der „Phytosterinacetatprobe" Beimengungen pflanzlichen Oeles zu thierischem sicherer als nach der „Phytosterinprobe", bis zu 1% herab, nachweisen lassen[2]).

Das erhaltene Acetat schmolz nach mehrfachem Umkrystallisiren unverändert bei 113,5 bis 114,3, entsprechend 113,7—114,5 korr., war also reines Cholesterinacetat.

Mithin lag Verdacht auf Gegenwart von Baumwollsaatöl bezw. sonstigem pflanzlichen Oel in der untersuchten Probe nicht vor. Dieser Befund deckte sich vollkommen mit den Angaben des Einsenders über die Zusammensetzung der Probe.

Das Verfahren wird bei Gelegenheit weiter ausprobirt werden.

4. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 5 der „Mittheilungen" 1900 wurden statistische Uebersichten über die im Jahre 1900 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben.

Unter Hinweis auf die dort gemachten Angaben soll im Nachfolgenden das Ergebniß der Zusammenstellungen für das Jahr 1901 mitgetheilt werden.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1901 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere =	— %	Zusammen 148 Papiere = 21,5 %
B.	„ „ Stoffklasse	1 Papier =	0,1 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	147 Papiere =	21,4 „	

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . . 485 Papiere = 70,6 %

Zusammen 633 Papiere = 92,1 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	9 Papiere =	1,3 %	Zusammen 54 Papiere = 7,9 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse	39 „ =	5,7 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	6 „ =	0,9 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1901 im Auftrage von Behörden 687 Papiere vollständig untersucht worden, von denen, wie vorstehende Zusammenstellung ergiebt,

148 Papiere = 21,5 % besser geliefert wurden als verlangt,
485 „ = 70,6 „ geliefert wurden wie verlangt,
54 „ = 7,9 „ schlechter geliefert wurden als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 633 Papiere = 92,1 %.

[1]) Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- und Genußmittel 1901, S. 1070 ff.
[2]) l. c.

Zusammenstellung der im Jahre 1901 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichungen bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	1
2	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,55	—	1
3	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	1
4	2a	I	2	I	3	—	—	850	—	5 „ 6	3
5	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
6	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	5
7	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
8	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
9	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
10	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	6
11	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	13
12	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	13
13	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
14	3a	II	3	II	5	—	—	—	0,4	3 „ 5	29
15	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
16	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
17	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
18	1	I	1	I	3	—	—	—	0,7	—	42
19	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,8	—	42
20	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	42
21	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
22	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	42
23	2a	I	2	I	3	—	—	600	—	—	43
24	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	43
25	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
26	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
27	2a	I	2	I	3	—	—	550	—	—	48
28	1	I	1	I	2	—	—	825	—	—	50
29	3a	II	3	II	4	—	—	425	—	—	50
30	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	50
31	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
32	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
33	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	56
34	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
35	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
36	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	60
37	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	60
38	—	II	3	II	5	—	—	1200	—	—	†
39	6a	IV	5	—	6	—	—	—	—	2 statt 3	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3b	II	4	III	3	—	0,5	—	—	—	4
2	3b	II	4	III	4	—	0,6	—	—	—	23
3	4b	III	4	IV	4	—	1,0	—	—	—	43
4	3a	II	3	III	3	—	1,0	—	—	—	49
5	3b	II	4	III	4	—	1,0	—	—	—	49
6	3b	II	4	III	4	—	1,0	—	—	—	61
7	5a	II	3	III	3	enthält etwa 30 % Holzzellstoff und 20 % Jutezellstoff	—	—	—	—	†
8	5b	III	5	IV	3	enthält etwa 5 % verholzte Fasern	—	—	—	—	†
9	5b	III	5	IV	4	enthält Holzschliff	—	—	—	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.
† Papiere ohne Wasserzeichen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichungen bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.											
1	4a	III	*	IV	5	—	1,75	—	—	3 statt 4	7
2	2a	I	2	II	4	enthält geringe Mengen Holzzellstoff	—	1000	0,7	5 „ 6	29
3	5a	II	3	IV	4	enthält Holzschliff	—	—	0,3	—	†
4	3a	II	3	III	5	enthält etwa 80 % Holzzellstoff	4,0	325	0,6	4 statt 5	†
5	—	I	6000 m 5,0 % Widerstand 6	III	4925 m 3,1 % Widerstand 4	besteht aus Holzzellstoff	9,5	1075	1,9	4 „ 6	†
6	7a	I	2500 m 3,5 %	IV	2150 m 5,9 %	enthält Holzzellstoff, Strohzellstoff und etwa 5 % verholzte Fasern	—	350	—	—	†

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theilweise um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 325 m, Maximum 1200), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,3 %, Maximum 1,9 %), und vorzugsweise um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 2 Stufen). In zwei Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen. Verstöße gegen alle drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig sind nicht vorgekommen.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich theils um einen zu hohen Aschengehalt (Minimum der Ueberschreitung 0,5 %, Maximum 9,5 %), theils um einen zu hohen Gehalt an Zellstoff bei Papieren der Stoffklasse II (geringste Ueberschreitung etwa 25 %, größte etwa 55 %); theils um einen Gehalt an Zellstoff oder verholzten Fasern bei Papieren, die aus reinen Lumpen hergestellt sein sollten, und schließlich um einen Gehalt an verholzten Fasern bei Papieren der Stoffklassen II und III.

Wie die Zusammenstellung zeigt, sind die Verstöße bei den Wasserzeichenpapieren im Allgemeinen nicht schwer; von einem groben Verstoß kann man eigentlich nur bei dem unter C 4 aufgeführten Normal 3a sprechen, das etwa 80 % Zellstoff enthält statt höchstens 25 %. Die übrigen groben Verstöße treffen durchweg Papiere ohne Wasserzeichen.

Wie aber auch bei diesen Fälle, wie sie unter C 5 und 6 aufgeführt sind, vorkommen können, ist nicht recht verständlich.

---

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Gegenüberstellung der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1901 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

Laufende Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Schlechter geliefert als verlangt			Insgesammt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	besser geliefert als verlangt	geliefert wie verlangt	schlechter geliefert als verlangt	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	13,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6
8	1896	729	0,3	0,1	12,5	2,6	15,1	1,5	12,9	67,9	19,2	80,8	19,2
9	1897	666	0,1	1,2	11,6	1,6	16,7	0,6	12,9	68,2	18,9	81,1	18,9
10	1898	622	0,2	—	11,4	2,3	19,1	1,1	11,6	65,9	22,5	77,5	22,5
11	1899	746	0,1	0,1	14,4	1,5	21,6	0,8	14,6	61,5	23,9	76,1	23,9
12	1900	862	—	0,1	16,1	0,7	19,7	0,9	16,2	62,5	21,3	78,7	21,3
13	1901	687	—	0,1	21,4	1,3	5,7	0,9	21,5	70,6	7,9	92,1	7,9

Das Verhältniß der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also gegen das Vorjahr ganz erheblich gebessert. Die Ergebnisse des Jahres 1901 sind günstiger als die aller voraufgegangenen Jahre.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1901 im Auftrage von Privaten vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse 0 Papiere = — %
B. „ „ Stoffklasse . . . . . 0 „ = — „
C. „ „ Festigkeitsklasse . . . . 9 „ = 19,1 „
} Zusammen 9 Papiere = 19,1 %

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . 31 Papiere = 66,0 %

Zusammen 40 Papiere = 85,1 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoffklasse . . . . . 1 Papier = 2,1 %
B. „ „ Festigkeitsklasse . . . . 6 Papiere = 12,8 „
C. „ „ Stoff- und Festigkeitsklasse 0 „ = — „
} Zusammen 7 Papiere = 14,9 %

Im Ganzen sind also im Jahre 1901 im Auftrage von Privaten 47 Papiere vollständig untersucht worden, von denen die Lieferungsbedingungen bekannt waren; von diesen wurden

9 Papiere = 19,1 % besser geliefert als verlangt,
31 „ = 66,0 „ geliefert wie verlangt,
7 „ = 14,9 „ schlechter geliefert als verlangt.

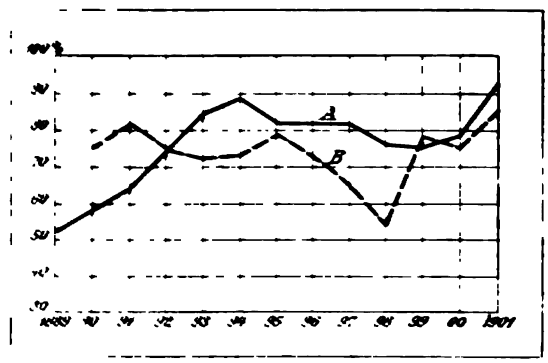
Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 40 Papiere = 85,1 %. Stellt man die Ergebnisse aus den Jahren 1890—1901 gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Gegenüberstellung der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1890–1901 im Auftrage von Privatleuten untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt: bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse %	Besser geliefert als verlangt: bezüglich der Stoffklasse %	Besser geliefert als verlangt: bezüglich der Festigkeitsklasse %	Geliefert wie verlangt %	Schlechter geliefert als verlangt: bezüglich der Stoffklasse %	Schlechter geliefert als verlangt: bezüglich der Festigkeitsklasse %	Schlechter geliefert als verlangt: bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse %	Den Bedingungen genügten %	Den Bedingungen genügten nicht %
1	1890	66	—	1,5	19,7	53,0	7,6	16,7	1,5	74,2	25,8
2	1891	96	1,0	1,0	22,9	56,3	2,1	15,6	1,0	81,3	18,7
3	1892	236	0,8	3,4	14,4	55,5	5,1	17,8	3,0	74,1	25,9
4	1893	146	—	—	23,3	48,6	4,1	22,6	1,4	71,9	28,1
5	1894	81	—	—	9,9	63,0	1,2	25,9	—	72,9	27,1
6	1895	65	—	—	23,1	55,4	9,2	12,3	—	78,5	21,5
7	1896	73	—	—	13,7	58,9	8,2	17,8	1,4	72,6	27,4
8	1897	110	—	—	6,4	59,1	1,8	30,9	1,8	65,5	34,5
9	1898	73	—	—	1,4	53,4	1,4	35,6	8,2	54,8	45,2
10	1899	102	—	—	11,8	66,6	2,0	19,6	—	78,4	21,6
11	1900	72	—	—	18,1	58,3	2,8	19,4	1,4	76,4	23,6
12	1901	47	—	—	19,1	66,0	2,1	12,8	0	85,1	14,9

Also auch bei Privatlieferungen haben sich die Verhältnisse gegenüber dem Vorjahr erheblich gebessert; auch hier weist das Jahr 1901 bessere Ergebnisse auf als alle voraufgegangenen Jahre.

Die nachstehenden Schaulinien geben ein übersichtliches Gesammtbild über das bisher Gesagte.



Erfüllung der Lieferungsbedingungen für Normalpapiere in den Jahren 1889—1901.

A Behördenlieferungen. B Privatlieferungen.

Die Art der Verstöße bei Privatlieferungen ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich (siehe Tabelle S. 265).

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theils um eine zu geringe Reißlänge, theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern.

In der Stoffzusammensetzung genügte ein Papier nicht, weil es etwa 10 % Holzschliff enthielt, während die III. Stoffklasse vorgeschrieben war.

Zusammenstellung der im Jahre 1901 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte: Stoffklasse	Eigenschaften verlangte: Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene: Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene: Festigkeitsklasse	Abweichungen bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.											
1	4b	III	4	III	5		—	—	—	3 statt 4	4
2	4a	III	*	III	4		—	400	—	—	20
3	4b	III	4	III	5		—	—	—	3 „ 4	42
4	1	I	1	I	2		—	650	—	—	50
5	4b	III	4	III	5		—	—	—	3 „ 4	56
6	4b	III	4	III	5		—	—	—	3 „ 4	60
B. Bezüglich der Stoffklasse.											
1	—	III	5	IV	4	enthält etwa 10% Holzschliff	—	—	—	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.
† Papiere ohne Wasserzeichen.

Wasserzeichenpapiere.

Im Jahre 1901 wurden 870 Wasserzeichenpapiere untersucht und zwar 684 auf alle für Normalpapiere vorgeschriebenen Eigenschaften und 186, bei denen nur einzelne Eigenschaften ermittelt wurden.

Die mit den ersterwähnten 684 Papieren gemachten Erfahrungen sind nachstehend zusammengestellt.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1901 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere.

I. Papiere, bei welchen bessere Eigenschaften erreicht wurden als das Wasserzeichen gewährleistete.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere = — %	Zusammen 152 Papiere = 22,2 %
B.	„ „ Stoffklasse	0 „ = — „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	152 „ = 22,2 „	

II. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften vorhanden waren . . . . . 481 Papiere = 70,3 %

Zusammen 633 Papiere = 92,5 %

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	6 Papiere = 0,9 %	Zusammen 51 Papiere = 7,5 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse	43 „ = 6,3 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse .	2 „ = 0,3 „	

Im Ganzen genügten also im Jahre 1901 633 Papiere = 92,5 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften.

Unter diesen 633 Papieren befanden sich 96 = 14 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 4 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge und Dehnung höchstens um 10 % nach unten hin von den verlangten Werthen abweichen.

Von den oben erwähnten 186 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden untersucht:

1. 28 Papiere auf Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
2. 5 „ „ Reißlänge und Dehnung,
3. 152 „ „ Widerstand gegen Zerknittern,
4. 1 Papier „ Aschengehalt.

Von den Papieren zu 1 genügten 18 und 10 genügten nicht.
„ „ „ „ 2 „ 1 „ 4 „ „
„ „ „ „ 3 „ 141 „ 11 „ „
Das unter 4 aufgeführte Papier genügte.

Vergleicht man die in den Jahren 1892—1901 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Uebersicht über die in den Jahren 1892—1901 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Besser als im Wasserzeichen gewährleistet %	Wie im Wasserzeichen gewährleistet %	Schlechter als im Wasserzeichen gewährleistet %	Dem Wasserzeichen entsprachen %	Dem Wasserzeichen entsprachen nicht %
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3
1896	763	11,8	68,8	19,4	80,6	19,4
1897	687	12,4	68,3	19,3	80,7	19,3
1898	622	11,4	67,7	20,9	79,1	20,9
1899	806	14,8	62,9	22,3	77,7	22,3
1900	853	17,0	64,1	18,9	81,1	18,9
1901	684	22,2	70,3	7,5	92,5	7,5

Das Verhältniß der dem Wasserzeichen entsprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also im Jahre 1901 erheblich gebessert.

In nachfolgender Tabelle (S. 268) sind die 684 im Jahre 1901 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach den Verwendungsklassen 1—4b und nach den Firmen, von denen sie erzeugt sind, geordnet. Die hier angemeldeten Firmen wurden für die statistischen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in eine Liste eingetragen und mit laufenden Nummern versehen.

Es wird ausdrücklich bemerkt, daß diese Nummern mit den Nummern der Wasserzeichenanmeldung der verschiedenen Fabriken nicht übereinstimmen.

Die Tabelle zeigt zunächst, daß die untersuchten 684 Papiere von 49 verschiedenen Fabriken herrühren; von 35 Fabriken, die außer den 49 ihr Wasserzeichen bei der Versuchsanstalt angemeldet hatten, gelangten keine Papiere zur Untersuchung.

Die Sicherheit der einzelnen Fabriken in der Herstellung von Papieren mit bestimmten Eigenschaften ist, wie die Tabelle zeigt, recht verschieden; man muß hierbei naturgemäß diejenigen Firmen außer Betracht lassen, welche nur mit einem oder nur mit einer geringen Anzahl von Papieren vertreten sind. Vergleicht man nur die Firmen, von denen 10 oder mehr als 10 Papiere geprüft sind, so genügten z. B. bei der Firma 42 nur 73 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften, bei den übrigen Firmen findet sich dann eine Steigerung des Prozentsatzes an genügenden Papieren und bei den Firmen 8, 12, 15 und 35 besaßen sämmtliche Papiere die gewährleisteten Eigenschaften.

Ein Vergleich derjenigen Firmen mit 10 und mehr als 10 Papieren, deren Papiere bisher in den verschiedenen Jahren sämmtlich genügten, ergiebt Folgendes:

Im	Jahre	1893	genügten	durchweg	die	Papiere	der	Firmen	5, 8, 14, 15, 29, 35
„	„	1894	„	„	„	„	„	„	5, 6, 14, 23, 35, 43
„	„	1895	„	„	„	„	„	„	8, 15, 35, 42
„	„	1896	„	„	„	„	„	„	8, 15, 33, 35
„	„	1897	„	„	„	„	„	„	8, 20, 35, 42
„	„	1898	„	„	„	„	„	„	8, 15, 35
„	„	1899	„	„	„	„	„	„	15, 20
„	„	1900	„	„	„	„	„	„	8, 20, 35
„	„	1901	„	„	„	„	„	„	8, 12, 15, 35

Durch die Anzahl der im Jahre 1901 untersuchten Papiere fallen besonders die

Firmen 6 mit 89 Papieren
„ 14 „ 61 „
„ 15 „ 61 „
„ 23 „ 68 „ auf.

In der Tabelle Seite 269 ist zur Gewinnung eines Gesammtüberblickes über die Leistungen der verschiedenen Fabriken in verschiedenen Jahren die Anzahl der Papiere jeder Fabrik nach Firmennummern und Jahren geordnet eingetragen.

Ordnet man die von 1893—1901 untersuchten Wasserzeichen-Papiere nach Verwendungsklassen, so ergiebt sich, daß

1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901					
4	12	2	4	3	3	22	13	12	Papiere	zur	Klasse	1	gehörten;
57	69	53	79	62	59	76	72	67	„	„	„	2a	„
36	34	28	44	33	39	60	56	44	„	„	„	2b	„
133	108	134	236	222	172	235	288	181	„	„	„	3a	„
91	101	90	185	126	163	174	168	167	„	„	„	3b	„
95	70	69	104	112	100	129	121	112	„	„	„	4a	„
81	64	61	111	129	86	110	135	101	„	„	„	4b	„

		1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
hiervon	genügten	100 %	75 %	100 %	100 %	100 %	100 %	91 %	92 %	75 %
„	„	93 „	84 „	90 „	89 „	85 „	88 „	88 „	89 „	93 „
„	„	94 „	91 „	100 „	98 „	94 „	90 „	72 „	86 „	98 „
„	„	86 „	87 „	83 „	83 „	82 „	79 „	74 „	77 „	95 „
„	„	78 „	94 „	78 „	74 „	82 „	77 „	77 „	78 „	95 „
„	„	76 „	83 „	71 „	73 „	74 „	72 „	79 „	85 „	95 „
„	„	90 „	92 „	80 „	81 „	77 „	80 „	79 „	82 „	84 „

Die 684 im Jahre 1901 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften: genügten %	nicht genügten %	Innerhalb des Spielraums von 10 % lagen %	Von den Papieren der Verwendungsklasse: 1 genügten ohne 10 % Spielraum	1 genügten nur mit 10 % Spielraum	1 nicht genügten	2a genügten ohne 10 % Spielraum	2a genügten nur mit 10 % Spielraum	2a nicht genügten	2b genügten ohne 10 % Spielraum	2b genügten nur mit 10 % Spielraum	2b nicht genügten	3a genügten ohne 10 % Spielraum	3a genügten nur mit 10 % Spielraum	3a nicht genügten	3b genügten ohne 10 % Spielraum	3b genügten nur mit 10 % Spielraum	3b nicht genügten	4a genügten ohne 10 % Spielraum	4a genügten nur mit 10 % Spielraum	4a nicht genügten	4b genügten ohne 10 % Spielraum	4b genügten nur mit 10 % Spielraum	4b nicht genügten
1	21	86	14	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	1	4	—	—	3	1	2	1	—	—
3	4	75	25	25	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
4	27	93	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—	8	—	1	5	1	—	5	—	1
5	11	82	18	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	1	—	3	1	—
6	89	96	4	7	—	1	—	10	1	—	6	—	2	25	4	1	30	—	—	5	—	—	3	—	1
7	2	50	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
8	22	100	—	—	—	—	—	3	—	—	3	—	—	9	—	—	4	—	—	1	—	—	2	—	—
9	6	100	—	50	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—
10	4	100	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—
12	13	100	—	15	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	7	—	—	2	—	—	—	—	—
13	4	50	50	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2
14	61	98	2	25	—	—	—	6	2	—	4	2	—	11	6	—	16	—	—	3	5	—	5	—	1
15	61	100	—	—	—	—	—	4	5	—	3	—	—	8	1	—	19	—	—	8	1	—	12	—	—
16	4	100	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
17	7	100	—	14	—	—	—	2	—	—	2	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
18	6	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	4	—	—
20	16	94	6	25	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	1	—	2	—	—	1	2	1	5	—	—
21	1	100	—	100	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	1	100	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	68	99	1	16	—	—	—	1	—	—	4	—	—	15	9	—	15	—	1	10	2	—	11	—	—
24	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
26	4	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—
29	18	83	17	28	—	—	—	—	1	1	—	—	—	5	2	1	2	—	—	1	2	1	2	—	—
31	5	100	—	20	—	1	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	4	100	—	75	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
35	10	100	—	—	—	—	—	3	—	—	2	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	2	100	—	50	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	7	100	—	14	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	1	—	—
41	21	90	10	19	—	—	—	—	2	—	1	—	1	5	2	1	5	—	—	2	—	—	2	—	—
42	22	73	27	5	1	—	1	4	1	1	—	—	—	5	—	2	2	—	1	2	—	—	1	—	1
43	31	87	13	16	—	—	—	—	1	1	—	—	—	5	4	1	8	—	1	6	—	—	3	—	1
44	34	97	3	3	1	—	—	1	—	—	3	—	—	11	—	—	8	—	—	3	1	1	5	—	—
46	2	100	—	50	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	6	83	17	33	1	—	—	—	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	4	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	1	—	—
50	19	79	21	26	—	1	2	—	—	—	—	—	—	2	3	1	4	—	1	2	1	—	2	—	—
51	6	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	—	—	—
52	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
54	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	3	33	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
56	5	60	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	2
57	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
59	12	83	17	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—	4	—	2
60	12	75	25	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	4	—	—	1	—	—	1	—	3
61	8	88	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	4	—	1	1	—	—	1	—	—
62	6	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	2	—	—
64	6	100	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—
66	1	100	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	684	93	7	14	6	3	3	89	23	5	35	6	3	134	38	9	157	1	9	83	23	6	83	2	16

Zusammenstellung der in den Jahren 1893—1901 untersuchten Wasserzeichenpapiere, geordnet nach Firmen und Jahren.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere									Gesamtzahl 1893—1901	Es erfüllten die Vorschriften								
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %	1900 %	1901 %
1	14	15	19	38	20	7	18	30	21	182	50	67	53	32	40	57	94	93	86
2	12	15	—	—	—	—	1	—	—	28	50	20	—	—	—	—	100	—	—
3	2	4	—	2	3	3	3	4	4	25	50	100	—	100	67	33	33	50	75
4	15	21	16	36	29	24	21	24	27	213	93	86	69	64	86	75	76	92	93
5	13	11	19	24	18	14	23	11	11	144	100	100	68	87	83	71	74	64	82
6	35	33	32	59	67	52	95	85	89	547	97	100	91	92	84	90	58	88	96
7	5	1	1	2	3	2	2	—	2	18	80	100	100	0	67	50	100	—	50
8	12	18	18	21	15	21	15	17	22	159	100	83	100	100	100	100	93	100	100
9	7	12	5	9	10	10	11	9	6	79	100	83	100	78	70	80	64	67	100
10	4	8	7	14	7	4	1	7	4	56	75	100	100	86	86	100	100	100	100
11	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—
12	6	7	10	7	10	15	17	16	13	101	83	86	40	57	90	93	76	88	100
13	1	—	3	2	2	3	7	7	4	29	0	—	33	50	50	0	43	43	50
14	39	44	52	81	76	58	75	71	61	557	100	100	85	94	84	83	87	89	98
15	14	20	29	45	58	31	78	74	61	410	100	90	100	100	91	100	100	99	100
16	5	14	4	4	2	3	3	6	4	45	100	93	75	50	100	100	67	83	100
17	11	14	11	8	8	11	13	14	7	97	91	64	73	50	88	73	62	71	100
18	2	—	3	26	27	8	6	8	6	86	100	—	67	58	41	62	50	75	100
19	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3	8	10	9	14	19	20	21	16	120	100	100	90	89	100	95	100	100	94
21	1	1	—	1	2	1	1	2	1	10	100	100	—	100	50	100	0	50	100
22	1	2	—	2	1	1	8	2	1	18	100	100	—	50	100	100	100	50	100
23	41	29	37	42	54	49	67	56	68	443	85	100	92	86	96	90	99	95	99
24	1	1	1	2	4	—	—	2	1	12	100	100	100	100	100	—	—	50	100
25	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2	0	—	0	—	—	—	—	—	—
26	5	1	5	14	12	23	16	14	4	94	80	100	100	93	92	61	75	71	100
27	5	2	1	10	13	4	10	5	—	50	100	50	100	70	77	100	40	80	—
28	11	—	1	—	—	—	—	—	—	12	55	—	0	—	—	—	—	—	—
29	13	11	9	9	7	14	9	26	18	116	100	91	100	89	71	57	89	77	83
30	3	—	—	1	—	—	—	—	—	4	67	—	—	0	—	—	—	—	—
31	7	4	4	14	3	6	13	14	5	70	100	75	100	93	100	83	92	64	100
32	22	—	1	5	1	1	—	3	—	33	59	—	0	20	0	0	—	100	—
33	18	5	1	10	4	6	7	10	4	65	50	60	100	100	100	100	71	70	100
34	1	1	1	1	1	—	—	—	—	5	100	0	100	0	0	—	—	—	—
35	22	15	14	13	13	11	14	11	10	123	100	93	100	100	100	100	93	100	100
36	1	2	3	5	4	4	2	3	2	26	100	100	67	100	100	100	100	100	100
37	2	1	—	2	2	7	4	2	—	20	100	100	—	100	100	86	75	100	—
38	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	100	—	—	0	—	—	—	—	—
39	1	7	7	10	7	7	8	16	7	70	100	100	43	80	71	71	63	56	100
40	3	1	10	7	8	1	—	2	—	32	33	100	80	43	50	100	—	0	—
41	42	38	29	57	27	41	39	32	21	326	98	92	72	81	56	63	59	50	90
42	27	22	11	22	21	23	21	28	22	197	89	73	100	95	100	91	76	57	73
43	38	29	31	27	33	38	34	49	31	305	58	100	74	76	76	74	74	76	87
44	31	31	16	63	37	47	38	61	34	362	94	97	88	84	95	70	79	83	97
45	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—
46	—	3	1	3	1	2	2	4	2	18	—	67	100	100	100	100	100	100	100
47	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	0	—	—	—	—	—	—	—
48	—	1	2	3	3	—	7	4	6	26	—	100	100	100	100	—	71	100	83
49	—	1	—	—	1	1	4	—	4	11	—	100	—	—	0	100	25	—	50
50	—	2	1	20	15	8	18	18	19	101	—	100	0	70	67	63	61	61	79
51	—	1	1	3	4	1	1	1	6	18	—	100	100	100	75	100	100	100	100
52	—	—	2	—	3	1	4	9	3	22	—	—	100	—	67	100	100	100	100
53	—	—	2	2	2	1	2	1	—	10	—	—	50	100	0	100	100	100	—
54	—	—	4	—	—	2	2	—	2	10	—	—	75	—	—	100	50	—	100
55	—	—	1	—	4	2	1	7	3	18	—	—	0	—	50	0	100	43	33
56	—	—	1	3	1	—	1	8	5	19	—	—	100	0	100	—	100	38	60
57	—	—	—	1	1	—	—	—	1	3	—	—	—	100	0	—	—	—	100

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere									Gesammtzahl 1893—1901	Es erfüllten die Vorschriften								
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %	1900 %	1901 %
58	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	100	—	—	—	—	—
59	—	—	—	6	3	4	19	12	12	56	—	—	—	100	33	75	79	58	83
60	—	—	—	1	25	—	—	3	12	41	—	—	—	100	72	—	—	33	75
61	—	—	—	5	1	24	28	26	8	92	—	—	—	60	100	50	61	77	88
62	—	—	—	—	—	6	5	4	6	21	—	—	—	—	—	67	80	75	100
63	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	100	100	—	—
64	—	—	—	—	—	—	2	7	6	15	—	—	—	—	—	—	100	100	100
65	—	—	—	—	—	—	7	1	—	8	—	—	—	—	—	—	14	0	—
66	—	—	—	—	—	—	2	1	1	4	—	—	—	—	—	—	100	100	100
68	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	100	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	100

5. Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Verfahren zur Prüfung von Holz.

Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff.

In dem Bericht „der heutige Stand der Holzuntersuchungen“[1]) habe ich auf eine Reihe von Umständen hingewiesen, welche das Ergebniß der Untersuchung beeinflussen können, die aber bei Festsetzung der einheitlichen Prüfungsverfahren bisher noch keine hinreichende Berücksichtigung gefunden haben.

Hierher gehören unter anderen:

1. der Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit, mit welcher die Festigkeitsversuche durchgeführt werden, und bei Druckversuchen
2. der Einfluß der Bearbeitungsweise der Druckflächen und
3. der Einfluß der Form der Proben.

Die nachfolgenden Mittheilungen sollen einen Beitrag zur Beurtheilung der Größe dieser Einflüsse und zur Begründung bestimmter Vorschläge zur Vereinheitlichung der einschlägigen Arbeitsverfahren liefern.

Hinsichtlich der zweckmäßigsten Probenform für Druckversuche gehen die Ansichten noch weit auseinander. So sind zunächst nebeneinander empfohlen: Die Verwendung von Scheiben, welche den ganzen Querschnitt des entrindeten Stammes umfassen und die Prüfung an herausgeschnittenen Prismen. Die Verwendung der zuerst genannten Scheiben hat den Vortheil, daß das Ergebniß unbeeinflußt ist von den Unterschieden in der Festigkeit des Holzes an den verschiedenen Stellen des Stamm-Querschnittes; sie erfordert aber Belastungen, welche die Leistung der meisten Festigkeitsprobiermaschinen weit überschreiten. Hierzu kommt, daß Scheiben, die den ganzen Stammquerschnitt umfassen, beim Trocknen reißen, sodaß ihre Druckfestigkeit mehr oder weniger durch den Verlauf und die Größe der Risse beeinflußt wird. Nennenswerthe Anwendung haben Scheiben von dem vollen Stammumfang nicht gefunden. Bei der vorliegenden Untersuchung sind sie ebenfalls außer Acht gelassen.

Für die prismatischen Druckproben wird in der Regel quadratischer Querschnitt empfohlen, hierbei sind aber wieder neben einander in Anwendung:

[1]) Mittheilungen 1899, Heft 4. S. 180—206.

a) Platten
b) Würfel und
c) Prismen mit Längen gleich der anderthalbfachen und doppelten Querschnittskante.

Die Plattenform und zwar bei einer Höhe von etwa 1/4 der Kantenlänge wird besonders von der forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn empfohlen[1]) und zwar aus folgenden Gründen: „Die Holzplatte eignet sich zur Bestimmung der Druckfestigkeit ebensogut als der Würfel; wenn sie höhere Festigkeitswerthe liefert als letzterer, so ist daran zu erinnern, daß auch die Festigkeitszahlen des Würfels mit Hilfe eines „Abminderungs-Koefficienten" für den Gebrauch in der Praxis[2]) erst tauglich gemacht, d. h. reducirt werden müssen. Die Platte hat ferner den Vortheil eines geringeren Materialbedarfes, läßt sich leichter ast- und fehlerfrei herstellen und bietet die Gewähr für gleichmäßigere Versuchsresultate. Hierzu kommt noch der Vortheil einer direkten[3]) Feuchtigkeitsbestimmung, der direkten Ermittelung des specif. Gewichtes (Raumgewicht) und der Druckfestigkeit im absolut trockenen[4]) Zustande.

Daß besonders der letztgenannte Vortheil für die Verwendung der plattenförmigen Druckprobe spricht, ist unverkennbar; dagegen ist nicht verständlich, weshalb die Versuche mit Platten gleichmäßigere Ergebnisse liefern sollen als etwa Versuche mit Würfeln.

Die früheren Konferenzen zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren haben das Prisma mit 10×10 cm Querschnittsfläche und 15 cm Länge als einheitliche Form der Druckproben für Holzuntersuchungen angenommen. Meines Wissens geschah dies auf Vorschlag von Bauschinger, weil das Prisma zu Elastizitätsbestimmungen geeigneter sei als der Würfel. Versuche mit Holz, deren Ergebnisse diesen Vorzug des Prismas begründen, sind mir nicht bekannt geworden, daher erschien es nothwendig durch vergleichende Versuche mit Prismen und Würfel zunächst die Grundlagen für die Beurtheilung der Vorzüge der einen oder der anderen Probenform zu schaffen.

Zu diesem Zweck wurden die im Nachstehenden als Versuchsreihe I bezeichneten Untersuchungen angestellt. Aus lufttrockenem Kiefern-, Weißbuchen- und Eichenholz sind je 4 Proben mit quadratischem Querschnitt von 4 cm Kantenlänge längs zur Faser herausgearbeitet und dann die Weißbuchen-Proben in je 2 Würfel und 1 Prisma und die Kiefern- und Eichen-Proben in je einen Würfel und 1 Prisma zerlegt. Die Prismen erhielten 12 cm Länge (Länge $L = 3\sqrt{f}$ oder gleich der dreifachen Querschnittskante). Sie lagen bei den Buchenproben zwischen den beiden zugehörigen Würfeln, bei den übrigen Proben theils oberhalb, theils unterhalb des Würfels (bezogen auf die Lage im Stamm). Durch diese Art der Probenentnahme suchte ich zu erreichen, daß die Höhenlage der Probe im Stamm in den Mittelwerthen nicht zur Geltung kam und daß immer ein Würfel und ein Prisma aus möglichst gleichartigem Material bestanden.

Die Versuche wurden auf der 50-t Pohlmeyer-Maschine unter stufenweiser Laststeigerung ausgeführt. Um hierbei zugleich den Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit festzustellen, wurden die einzelnen Laststufen bei geringen Belastungen, solange wirken gelassen, bis die Höhenver-

[1]) Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer. I Fichte Südtirols von Anton Hadek u. Gabriel Janka. Wien 1900. S. 50.

[2]) D. h. um aus der am Würfel ermittelten Druckfestigkeit auf die Tragfähigkeit längerer Stiele schließen zu können.

[3]) An demselben Stück bestimmt, an dem die Druckfestigkeit ermittelt wird.

[4]) Bei etwas über 100 C° bis zum gleichbleibenden Gewicht getrocknet.

minderung keine Zunahme mehr erfuhr, bei höheren Belastungen dagegen in der Regel 5 Minuten lang.

Die Höhenverminderung wurde auf $^1/_{10000}$ mm mit Spiegelapparaten von Martens gemessen und zwar wurde sie stets sofort nach dem Einspielen der Belastung und ferner in der Regel von Minute zu Minute Belastungsdauer abgelesen.

Die Meßlänge lag symmetrisch zur Gesammtlänge und betrug bei allen Proben 30 mm. Bei je 2 Prismen derselben Holzart wurde gleichzeitig auf 3 cm und auf 11 cm Länge gemessen. Die hierbei gewählte Anordnung der Apparate zeigt Fig. 1.

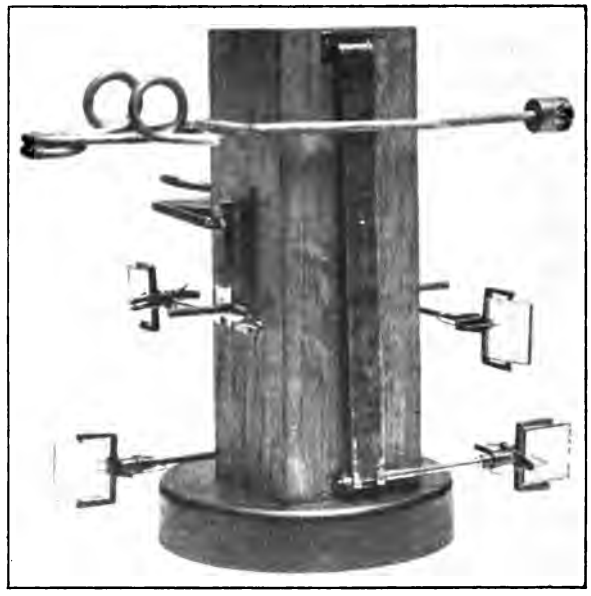


Fig. 1. Anordnung der Spiegelapparate zum Messen der Höhenverminderung gleichzeitig auf 3 und 11 cm Länge.

Die Art der Bearbeitung der Druckflächen ist insofern von Einfluß auf das Ergebniß, als bei mangelhafter Bearbeitung, d. h. bei unebenen Druckflächen ungleichmäßige Lastvertheilung stattfindet, die unter Umständen Verringerung der Bruchlast, jedenfalls aber ungleichmäßige Formänderung der einzelnen Theile des Probekörpers zur Folge hat.

Um nun ein Urtheil darüber zu gewinnen, ob man bei Bearbeitung der Druckflächen mittels Hobel besser übereinstimmende Formänderungen und höhere Druckfestigkeiten erzielt, als wenn die Druckflächen nur sauber mit der Säge geschnitten sind[1]), wurde Versuchsreihe II angestellt.

Je einer lange Zeit gelagerten, lufttrockenen Bohle aus Kiefern-, Weißbuchen- und Eichenholz wurden 2 Prismen a und b von 4×4 cm Querschnitt und etwa 45 cm Länge parallel zur Stammachse so entnommen, daß beide Prismen möglichst die gleichen Jahrringe enthielten und daß zwei Flächen tangential zu den Jahrringen lagen. Jedes Prisma wurde dann in 4 Würfel (1—4) und 2 Prismen (5 u. 6) von 12 cm Länge zerlegt. Bei den paarweise

[1]) Johnson empfiehlt nur die Seitenflächen zu behobeln, die Druckflächen aber auf der Maschine mittels Sägenschnitt herzustellen.

zusammen gehörigen Stücken wurde mit der Zerlegung stets an dem im Stamm gleich gelegenen Ende begonnen; die Proben a und b mit gleicher Nummer hatten somit gleiche Höhenlage im Stamm.

Die Würfel 1 u. 3 sowie die Prismen 5 sind dann an den Druckflächen möglichst sorgfältig mit dem Hobel bearbeitet, während die Würfel 2 und 4 und die Prismen 6 unter Benutzung einer zur Längsrichtung der Probe genau senkrecht stehenden Parallelführung an den Druckflächen nur mit der Kreissäge beschnitten sind.

Die Versuche wurden wieder unter stufenweiser Laststeigerung auf der 50-t Pohlmeyer-Maschine ausgeführt. Jede Laststufe wirkte 6 Minuten lang, wobei die Höhenverminderung von 2 zu 2 Minuten abgelesen wurde. Sie wurde bei den Würfeln auf 3 cm Meßlänge und bei den Prismen gleichzeitig auf 3 und 11 cm Meßlänge beobachtet (s. Fig. 1). Hierbei saßen die Meßapparate bei einem Theil der Würfeln auf den Spiegelflächen, bei dem anderen Theil auf den Wölbflächen. Bei den Prismen wurden die beiden Apparate gegen einander vertauscht, nachdem die Proben ein- oder zweimal bis zu Höchstlasten geprüft waren, die noch keine wesentlichen bleibenden Formänderungen verursachten.

Diese Art der Versuchsausführung wurde gewählt, um zugleich die Ergebnisse der Versuchsreihe I nochmals nachzuprüfen, vor allem auch sicheren Aufschluß darüber zu erhalten, ob die Messungen auf den Wölbflächen und den Spiegelflächen zu verschiedenen Ergebnissen führen, wie es nach Reihe I der Fall zu sein schien.

Die Versuchsergebnisse.

1. Einfluß der Belastungsdauer.

Der Einfluß der Belastungsdauer auf den Verlauf der Höhenverminderung mit steigender Belastung ergiebt sich nach Versuchsreihe I aus den in Tab. 1—3 zusammengestellten Zahlenwerthen für die Zunahme der Höhenverminderung von Minute zu Minute unter gleichbleibenden Belastungen und aus den Schaulinien Fig. 2—4, welche die Zunahme der Höhenverminderung für die einzelnen Laststufen darstellen. Von ihnen gelten die voll ausgezogenen für die Würfel und die gestrichelten für die Prismen. Für einen und denselben Körper sind die Beobachtungen sofort nach dem Anheben der Last durch Punkte (·) und die Beobachtungen nach 5 Minuten Belastungsdauer durch Kreuze (×) dargestellt. Es zeigt sich:

1. daß die Höhenverminderung erst bei Druckspannungen über 200—300 kg/qcm mit der Dauer der Belastung zunahm.
2. Die Größe dieser Zunahme in der Zeiteinheit scheint bei derselben Belastung mit zunehmender Dauer

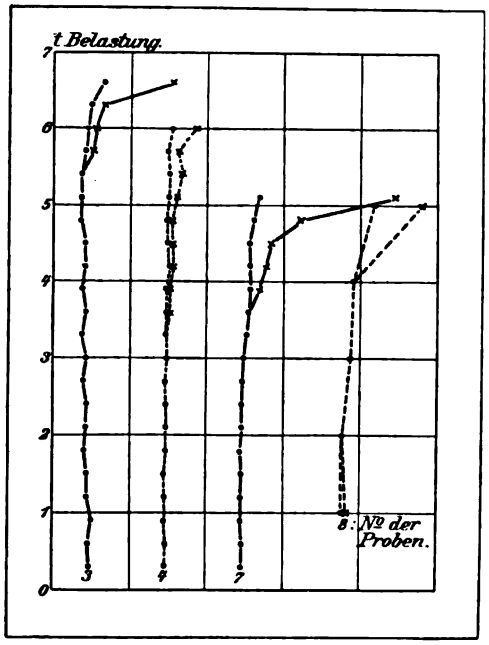


Fig. 2. Einfluß der Belastungsdauer auf die Höhenverminderung. Material: Kiefer.

● Beobachtungen sofort nach dem Belasten.
× Beobachtungen nach 5 Minuten Belastungsdauer.
——— Würfel; – – – – Prismen.

Tabelle 1. Einfluß der Belastungsdauer auf die Höhenverminderung beim Druckversuch.

Material: Kiefer.

Abmessungen: Querschnitt = 16 qcm; Meßlänge = 8 cm; Länge der Prismen = 12 cm.

Holzprobe	Belastung	Würfel							Prisma							
		Nr.	Höhenverminderung in mm 10^{-4}						Nr.	Höhenverminderung in mm 10^{-4}						
			Sofort	Zunahme nach Belastungsdauer in Minuten				Nach 5 Minuten		Sofort	Zunahme nach Belastungsdauer in Minuten					Nach 5 Minuten
	t			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
	0,3		47	0	—	—	—	—	47		45	1	0	—	—	—	46
	0,6		92	0	—	—	—	—	92		93	0	0	—	—	—	93
	0,9		142	1	0	—	—	—	143		137	—	0	—	—	—	137
	1,2		186	0	—	—	—	—	186		182	0	—	—	—	—	182
	1,5		280	1	1	0	—	—	282		226	0	—	—	—	—	226
	1,8		272	1	0	—	—	—	273		274	0	0	—	—	—	274
	2,1		315	1	0	—	—	—	316		321	0	0	0	—	—	321
	2,4		358	0	—	—	—	—	358		368	0	—	—	—	—	368
	2,7		398	0	—	—	—	—	398		414	0	—	—	—	—	414
	3,0		441	2	0	—	—	—	443		464	1	—	0	—	—	465
B	3,3	3	481	0	—	—	—	—	481	4	512	0	—	—	—	—	512
	3,6		522	1	0	—	—	—	523		561	3	1	—	—	—	565
	3,9		561	0	—	—	—	—	561		613	1	1	—	—	—	615
	4,2		602	0	—	—	—	—	602		667	1	2	—	1	—	671
	4,5		643	0	—	—	—	—	643		720	6	0	—	—	—	726
	4,8		678	0	0	—	—	—	678		774	1	4	1	—	—	780
	5,1		717	0	0	—	—	—	717		831	4	5	1	—	—	841
	5,4		751	0	0	0	—	—	751		893	4	4	1	8	0	910
	5,7		792	—	1	6	3	1	803		960	3	6	3	—	—	972
	6,0		848	4	2	1	2	1	858		1028	4	7	—	—	13	1052
	6,3		908	4	4	5	3	1	925		1112	—	—	—	—	—	—
	6,6		991	20	32	18	21	9	1091		1183	—	—	—	—	—	—
	0,3		44	0	—	—	—	—	44								
	0,5		—	—	—	—	—	—	—								
	0,6		90	0	—	—	—	—	90								
	0,9		134	0	—	—	—	—	134								
	1,0		—	—	—	—	—	—	—		177	2	2	—	—	—	181
	1,2		179	0	—	—	—	—	179								
	1,5		225	0	—	—	—	—	225								
	1,8		269	0	—	—	—	—	269								
	2,0		—	—	—	—	—	—	—		358	0	—	—	—	—	358
	2,1		316	0	—	—	—	—	316								
D	2,4	7	363	0	—	—	—	—	363	8							
	2,7		410	0	—	—	—	—	410								
	3,0		459	0	—	—	—	—	459		546	0	—	—	—	—	546
	3,3		511	0	—	—	—	—	511								
	3,6		565	0	—	—	—	—	565								
	3,9		623	4	2	3	2	0	634								
	4,0		—	—	—	—	—	—	—		737	—	0	—	—	—	737
	4,2		691	0	6	4	8	2	711								
	4,5		766	8	6	5	5	5	795								
	4,8		856	14	19	11	10	7	917								
	5,0		—	—	—	—	—	—	—		956	19	11	9	16	6	1017
	5,1		986	31	37	38	28	44	1162								

allmählich abzunehmen. Die Beobachtungswerthe sind in dieser Beziehung nicht völlig einwandfrei, da es nicht immer gelang, die Belastung völlig gleichbleibend zu halten. Mit Zunahme der Höhenverminderung bei stillstehendem Spannwerk fällt der Wagehebel ab und mußte immer wieder von Neuem eingestellt werden. Bei der Pohlmeyer-Maschine mit Gewichtspendel ist dies äußerst schwierig, da die Belastung leicht über das gewünschte Maß hinausgeht. Maschinen mit

Tabelle 2. Einfluß der Belastungsdauer auf die Höhenverminderung beim Druckversuch.

Material: **Weißbuche.**

Abmessungen: Querschnitt = 16 qcm; Meßlänge = 3 cm; Länge der Prismen = 12 cm.

Holzprobe	Belastung	Würfel							Prisma							
		Nr.	Höhenverminderung in mm 10^{-4}						Nr.	Höhenverminderung in mm 10^{-4}						
			Sofort	Zunahme nach Belastungsdauer in Minuten				Nach 5 Minuten		Sofort	Zunahme nach Belastungsdauer in Minuten				Nach 5 Minuten
	t			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	
A	1	1	36	0	—	—	—	—	36	4	115	0	—	—	—	—	115
	2		129	0	—	—	—	—	129		227	0	—	—	—	—	227
	3		231	0	—	—	—	—	231		341	0	—	—	—	—	341
	4		336	0	—	—	—	—	336		454	2	1	1	4	1	463
	5		450	7	11	—	3	9	480		582	1	3	1	1	1	589
	6		588	7	7	16	3	8	629		728	3	5	4	9	0	749
	7		754	38	—	43	—	24	859								
	8		1138	—	—	—	—	94	1232								
	9		14..	—	—	—	—	22..	36..								
	0		—	—	—	—	—	—	—		54	—8	—6	—2	—2	±0	35
B	1	2	9	0	—	—	—	—	9	5	104	0	—	—	—	—	104
	2		35	0	—	—	—	—	35		213	0	—	—	—	—	213
	3		84	0	—	—	—	—	84		323	—	—	0	—	—	323
	4		153	0	—	—	—	—	153		436	2	5	0	—	—	443
	5		230	2	5	1	2	0	240		557	0	3	2	0	—	562
	6		327	3	2	4	0	—	336		678	4	4	2	2	0	690
	7		439	11	3	8	6	2	469								
	8		580	18	14	21	14	19	666								
	9		862	60	66	57	68	72	1185								
	0		—	—	—	—	—	—	—		54	—	—	—	—9	—1	44
	1	8	35	0	—	—	—	—	35								
	2		82	0	—	—	—	—	82								
	3		139	0	—	—	—	—	139								
	4		201	0	—	—	—	—	201								
	5		276	2	—	2	—	2	282								
	6		370	0	—	—	—	—	370								
	7		448	4	—	18	—	7	477								
	8		569	18	—	24	—	13	624								
	9		780	54	—	64	—	53	901								
C	1	3	57	0	—	—	—	—	57	6	85	5	0	—	—	—	90
	2		138	0	—	—	—	—	138		182	0	—	—	—	—	182
	3		228	0	—	—	—	—	228		277	0	—	—	—	—	277
	4		320	0	—	—	—	—	320		372	0	—	—	—	—	372
	5		419	0	—	—	—	—	419		469	0	—	—	—	—	469
	6		519	0	—	—	—	—	519		570	3	0	—	—	—	573
	7		624	9	—	17	—	5	655		675	8	3	3	1	—	[690]
	8		753	19	—	17	—	14	803		795	10	5	12	5	8	835
	9		921	55	—	44	—	48	1068		940	29	19	18	21	14	1041
	10		1200	—	—	—	—	487	1687		1205	—	—	—	—	335	1540

Gewichtsbelastung sind für derartige Versuche geeigneter, da Ungenauigkeiten in der Einstellung des Wagenhebels bei ihnen von weit geringerem Einfluß auf die Größe der Belastung sind, als bei den Pendelwagen.

3. Mit wachsender Belastung nimmt der Einfluß der Belastungsdauer zu und
4. bei den Prismen trat er im Allgemeinen unter etwas geringeren Belastungen ein als bei den Würfeln.

Tabelle 3. Einfluß der Belastungsdauer auf die Höhenverminderung beim Druckversuch.

Material: Eiche.

Abmessungen: Querschnitt = 16 qcm; Meßlänge = 3 cm; Länge der Prismen = 12 cm.

Holzprobe	Belastung	Würfel							Prisma						
		Nr.	Höhenverminderung in mm 10^{-4}						Nr.	Höhenverminderung in mm 10^{-4}						
			Sofort	Zunahme nach Belastungsdauer in Minuten				Nach 5 Minuten		Sofort	Zunahme nach Belastungsdauer in Minuten				Nach 5 Minuten
	t			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
A	1	1	192	0	—	—	—	—	192	2	182	3	2	1	0	—	188
	2		341	0	—	—	—	—	341		363	0	2	1	0	—	366
	3		488	2	0	—	—	—	490		544	0	3	0	1	3	551
	4		645	2	3	0	—	—	650		729	1	2	2	2	2	738
	5		825	5	10	8	5	7	860		933	9	5	5	5	2	959
	6		1072	48	19	28	11	17	1195		1211	36	30	19	22	16	1334
	7		1770	227	143	305	263	189	2897		—	—	—	—	—	—	—
B	1	3	81	0	—	—	—	—	81	4	140	—	—	1	—	—	141
	2		169	0	—	—	—	—	169		288	0	—	—	—	—	288
	3		274	1	2	0	—	—	277		435	-	0	2	0	—	437
	4		389	0	—	—	—	—	389		585	0	4	0	—	—	589
	5		513	5	3	3	2	2	528		740	7	2	1	—	—	750
	6		660	13	13	—	9	10	705		918	8	14	7	10	1	958
	7		881	67	38	48	15	25	1074		1153	51	43	21	30	35	1333
	8		1480	207	—	—	—	413	2100		—	—	—	—	—	—	—
C	1	5	139	0	—	—	—	—	139	6	151	0	—	—	—	—	151
	2		258	0	—	—	—	—	258		289	0	—	—	—	—	289
	3		375	0	—	—	—	—	375		427	0	—	—	-	—	427
	4		491	—	—	—	—	1	492		560	0	—	—	—	—	560
	5		611	—	—	1	1	0	613		700	3	4	1	1	1	710
	6		741	12	5	3	5	3	769		857	21	6	3	3	2	892
	7		922	43	34	18	13	16	1046		1075	55	20	24	19	14	1207
	8		1301	179	—	—	—	350	1830		1575	—	—	—	566	120	2261
D	1	7	130	1	—	—	—	—	131	8	194	—	—	—	3	0	197
	2		282	3	1	—	—	—	286		390	—	—	0	—	—	390
	3		430	0	—	-	—	—	430		589	3	0	—	—	—	592
	4		590	6	3	1	—	-	600		795	11	9	0	—	—	815
	5		786	23	13	10	4	10	846		1069	50	44	17	12	9	1201
	6		1116	92	—	—	—	164	1372		1600	—	—	—	—	400	2000

Die Einzelwerthe der Versuchsreihe II sind aus Tab. 4—9 zu ersehen. Nach Tab. 4 und 5 weichen die Ergebnisse für die Zunahme der Höhenverminderung bei längerer Einwirkung gleichbleibender Belastung nicht nur bei den Parallelversuchen mit denselben Versuchsbedingungen, sondern auch bei den verschiedenartig beanspruchten Proben gleicher Holzart ganz erheblich von einander ab. Sicherlich ist hierbei der bereits besprochene Umstand von Einfluß gewesen, daß die Belastungen nicht hinreichend gleichbleibend erhalten wurden. Besonders bezeugt dies der Rückgang der Höhenverminderung bei einzelnen Reihen (Werthe mit negativem Vorzeichen).

Auffallend sind die außerordentlich großen Höhenverminderungen des weißbuchenen Prismas 6 a. Diese Probe war vor der „erstmaligen Belastung" versehentlich mit 3500 kg = 219 kg/qcm beansprucht worden; doch kann ihr eigenartiges Verhalten hierauf ohne weiteres nicht zurückgeführt werden, da die „zweiten Belastungsreihen" bei keiner Probe erkennen lassen, daß die Höhenverminderung beim wiederholten Belasten größer war als beim

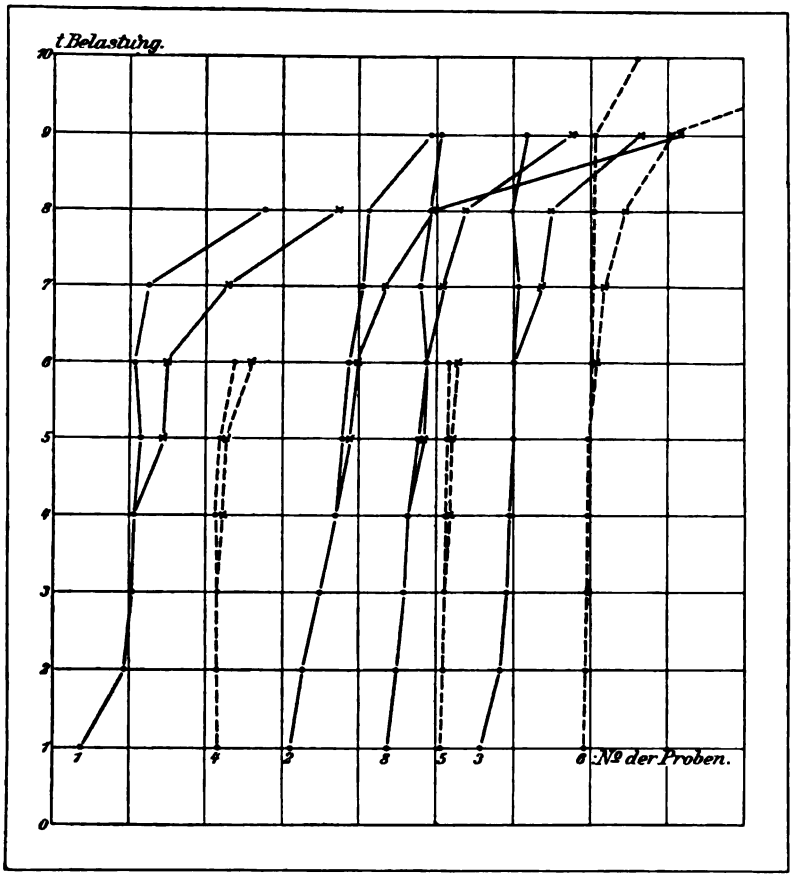


Fig. 3. Einfluß der Belastungsdauer auf die Höhenverminderung. Material: Weißbuche.
• Beobachtungen sofort nach dem Belasten. × Beobachtungen nach 5 Minuten Belastungsdauer.
——— Würfel; — — — — Prismen.

erstmaligen. Die Unterschiede in den Ergebnissen beider Reihen (s. auch die Mittelwerthe Tab. 10) sind unerheblich; sie deuten aber eher auf Abnahme als auf Zunahme der Höhenverminderung durch wiederholtes Belasten. Wahrscheinlicher ist es, daß die auffallend große Höhenverminderung der Buchenproben 6 a die Folge des schiefen Wuchses des Holzes ist, der sich nach Tab. 14 auch im eigenartigen Bruchverlauf zu erkennen gab. Um Zufälligkeiten möglichst auszuschließen sind die Werthe für Probe 6 a nicht zur Mittelbildung herangezogen.

Um festzustellen, welchen Einfluß die längere Belastungsdauer, also auch die Belastungsgeschwindigkeit, auf die Genauigkeit der Bestimmung der Höhenverminderung hat, sind zu den Mittelwerthen Tab. 10 Verhältnißzahlen angegeben, die darthun, um wieviel Prozent die Gesammthöhenverminderungen ($-\delta$) und die Höhenverminderungen für die einzelnen Laststufen ($\triangle-\delta$) innerhalb 6 Minuten zunahmen.

Die Werthe bezogen auf $-\delta$ schwanken für die Kiefernproben bei geringeren Belastungen; erst bei mehr als 313 kg/qcm Druckspannung überschreiten sie 1% und nehmen dann schnell zu. Bei der Eiche übersteigen sie 1% schon mit 188 kg/qcm Spannung und bei der Weißbuche sogar schon mit 125 kg/qcm.

Tabelle 4. **Beobachtungswerthe für die Zunahme der**

Abmessungen: Querschnitt = 16 qcm;

Material	Probe Nr.	Zurichtung der Druckflächen	Gemessen auf	Zunahme der Höhenverminderung in $^0/_0$ 10^{-1}; 63 durch Laststeigerung	63 nach Minuten 2	63 nach Minuten 4	63 nach Minuten 6	125 durch Laststeigerung	125 nach Minuten 2	125 nach Minuten 4	125 nach Minuten 6	188 durch Laststeigerung	188 nach Minuten 2	188 nach Minuten 4	188 nach Minuten 6
Kiefer	1a	behobelt	Wölbfläche	403	—	—	—	543	0,0	—	—	537	0,0	—	—
	3b			97	0,0	—	—	370	0,0	—	—	507	6,7	10,0	3,3
	1b		Spiegel	927	10,0	—	—	707	13,3	3,3	—	570	−10,0	—	—
	3a			990	3,3	—	—	667	0,0	—	—	560	0,0	—	—
	2a	Sägenschnitt	Wölbfläche	727	—	—	—	553	0,0	—	—	497	0,0	—	—
	4b			203	3,3	—	—	533	16,7	13,3	3,3	633	30,0	10,0	6,7
	2b		Spiegel	497	0,0	—	—	513	6,7	13,3	−10,0	520	6,7	6,7	3,3
	4a			690	0,0	—	—	510	0,0	—	—	503	0,0	—	—
Weißbuche	1a	behobelt	Wölbfläche	173	0,0	—	—	240	0,0	—	—	280	13,3	—	—
	3b			450	0,0	—	—	740	0,0	—	—	773	13,3	0,0	—
	1b		Spiegel	490	0,0	—	—	763	3,3	—	—	817	13,3	16,7	6,7
	3a			427	0,0	—	—	750	40,0	—	—	720	20,0	26,7	6,7
	2a	Sägenschnitt	Wölbfläche	367	0,0	—	—	507	0,0	—	—	517	6,7	0,0	—
	4b			967	0,0	—	—	783	0,0	—	—	693	10,0	3,3	—
	2b		Spiegel	763	13,3	—	—	843	20,0	10,0	20,0	830	37,0	26,7	10,0
	4a			677	13,3	—	—	613	6,7	10,0	6,7	580	20,0	10,0	3,3
Eiche	1a	behobelt	Wölbfläche	437	0,0	—	—	733	10,0	—	—	713	26,7	6,7	3,3
	3b			283	0,0	—	—	527	6,7	3,3	—	557	6,7	6,7	3,3
	1b		Spiegel	900	3,3	—	—	677	0,0	—	—	603	3,3	—	—
	3a			910	0,0	—	—	583	0,0	—	—	543	0,0	—	—
	2a	Sägenschnitt	Wölbfläche	397	0,0	—	—	500	6,7	3,3	—	583	16,7	10,0	6,7
	4b			527	10,0	3,3	—	773	0,0	—	—	677	10,0	10,0	3,3
	2b		Spiegel	447	10,0	0,0	—	550	6,7	0,0	—	557	6,7	3,3	—
	4a			557	0,0	—	—	553	0,0	—	—	527	−3,3	—	—

Der Verlauf des Einflusses der Belastungsdauer mit wachsender Belastung ergiebt sich aus den Schaulinien Fig. 5. Bei den Kiefern-Proben blieb der Einfluß auch bei höheren Belastungen am geringsten, bei der Eiche gestaltete er sich dagegen bei 313 und noch mehr bei 375 kg/qcm Druckspannung größer als bei der Weißbuche (s. auch Tab. 10).

Die bei den Prismen angewendeten beiden Meßlängen von 3 und 11 cm ergaben annähernd gleiche Zunahmen der Höhenverminderung für die Längeneinheit; nur bei höheren Belastungen sind sie durchweg für 3 cm Meßlänge, d. h. im mittleren Theil der Proben etwas größer als für 11 cm Meßlänge. Die Messungen an den Prismen und an den Würfeln zeigen keine gesetzmäßigen Unterschiede.

2. Einfluß der Bearbeitungsweise der Druckflächen.

Die Unterschiede im Zustande der Druckflächen, gegeben bei Versuchsreihe II durch die verschiedenartige Bearbeitung mittels Hobel und Säge, erwiesen sich nach den Mittelwerthen b Tab. 11 und 12 von Einfluß sowohl auf den Verlauf und die Größe der Höhenverminderungen bei gleichen Druckspannungen als auch nach Tab. 13 und 14 auf die Größe der Bruchspannungen.

Höhenverminderung der Würfel; Versuchsreihe II.

Meßlänge = 3 cm.

bei den folgenden Druckspannungen in kg/qcm.

250				313				375				438			
durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten		
	2	4	6		2	4	6		2	4	6		2	4	6
533	6,7	3,3	—	580	20,0	13,3	13,3	630	47,0	30,0	20,0	853	227	207	123
567	23,3	20,0	16,7	593	40,0	26,7	23,3	633	57,0	33,0	33,0	717	150	120	87
493	0,0	—	—	477	0,0	—	—	557	30,0	47,0	37,0	1360	720	3933	—
497	0,0	—	—	500	0,0	—	—	510	10,0	16,7	10,0	833	273	223	170
487	0,0	—	—	490	6,7	—	—	527	6,7	6,7	3,3	583	83	47	37
643	16,7	13,3	6,7	600	13,3	13,3	10,0	617	40,0	26,7	13,3	817	187	197	—
530	13,3	3,3	3,3	540	6,7	20,0	3,3	580	40,0	23,3	26,7	867	123	150	100
500	0,0	—	—	523	10,0	3,3	—	580	37,0	10,0	3,3	770	110	70	33
397	20,0	13,3	3,3	587	6,7	16,7	20,0	640	60	43	30	900	210	120	118
877	33,0	23,3	16,7	1037	137	83,0	63,0	1617	357	253	193	3383	1747	1600	817
887	50,0	33,0	10,0	1187	123	100	107	2020	410	217	213	4203	1733	1200	1433
667	40,0	37,0	13,3	687	57,0	47,0	33,0	750	90	70	63	980	187	210	120
510	6,7	13,3	13,3	543	26,7	20,0	10,0	617	40	47	40	800	147	123	93
673	16,7	16,7	16,7	723	40,0	40,0	23,3	880	77	90	70	1220	287	197	147
920	93,0	43,0	26,7	1097	173	87,0	57,0	1510	340	193	183	2570	833	753	630
613	43,0	13,3	23,3	643	60,0	43,0	37,0	780	107	80	73	1130	313	227	187
747	20,0	20,0	13,3	863	77	26,7	43	1290	330	283	263	7260	8333	—	—
583	20,0	6,7	3,3	663	50	37	16,7	1017	230	180	143	3557	3933	4967	—
597	10,0	10,0	3,3	673	50	33	26,7	1030	233	177	137	3350	2767	2400	2650
563	10,0	3,3	—	697	50	40	33	1400	473	443	367	10883	—	—	—
607	26,7	13,3	6,7	677	67	33	37	1057	327	203	213	5577	7000	—	—
677	23,3	16,7	13,3	763	100	43	57	1393	297	250	243	6643	—	—	—
583	6,7	6,7	23,3	623	37	33	26,7	853	233	137	127	2787	2367	2333	2900
550	13,3	3,3	—	693	63	40	37	1340	513	503	377	—	—	—	—

Die Größe des Einflusses auf die Höhenverminderung ergiebt sich aus den Verhältnißzahlen d1 am Fuß der Tab. 11 und 12. Nach Tab. 12 war die mittlere Höhenverminderung auf 3 cm Meßlänge bei den Prismen aus Kiefer und Weißbuche bei behobelten Druckflächen um 5 und 4% größer als bei den Prismen mit Sägenschnitt: dagegen drückten sich die Eichen-Prismen mit Sägenschnitt um 1—2% mehr zusammen, als diejenigen mit behobelten Druckflächen. Bei 11 cm Meßlänge war an den Buchenprismen kein wesentlicher Einfluß der Bearbeitungsweise auf die Höhenverminderung wahrzunehmen, dagegen äußerte er sich bei den Kiefer- und Eichenprismen auf 11 cm Länge in gleicher Weise, wie auf 3 cm Meßlänge.

Die Würfel (Tab. 11) aus Kiefer und Eiche erlitten ebenfalls bei behobelten Druckflächen die größere Höhenverminderung. Der Unterschied betrug bei 63 kg/qcm Belastung 13 und 22%, entsprechend den Verhältnißzahlen 87 und 78; mit wachsender Belastung ging er schließlich auf 4% zurück. Die Würfel aus Weißbuche erlitten dagegen bei behobelten Druckflächen unter geringen Belastungen erheblich kleinere Höhenverminderungen als diejenigen mit Sägenschnitt, mit wachsender Belastung nahm der Unterschied ab und bei 375 kg/qcm Belastung war die Höhenverminderung der behobelten Würfel wieder ebenfalls um 5% größer als bei denen mit Sägenschnitt.

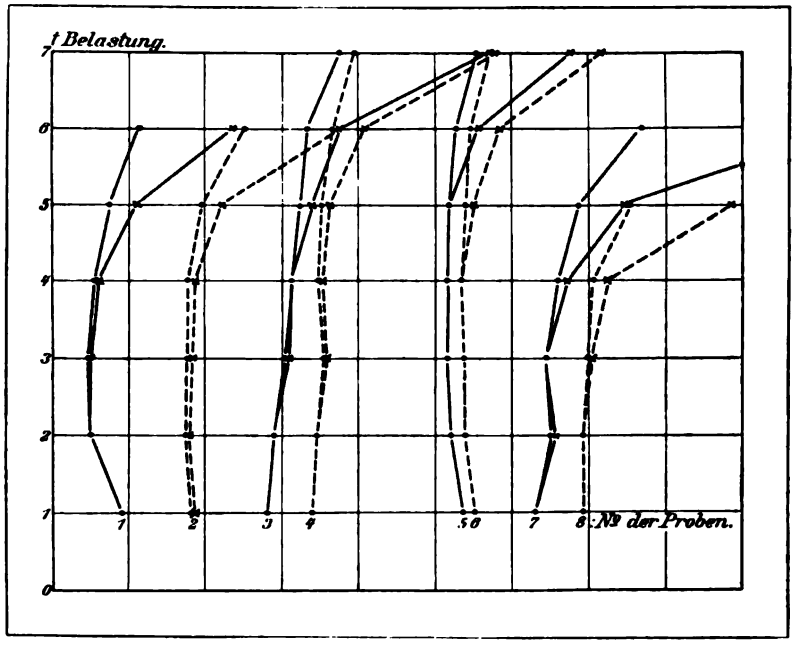


Fig. 4. Einfluß der Belastungsdauer auf die Höhenverminderung. Material: Eiche.
● Beobachtungen sofort nach dem Belasten. × Beobachtungen nach 5 Minuten Belastungsdauer.
——— Würfel; — — — — Prismen.

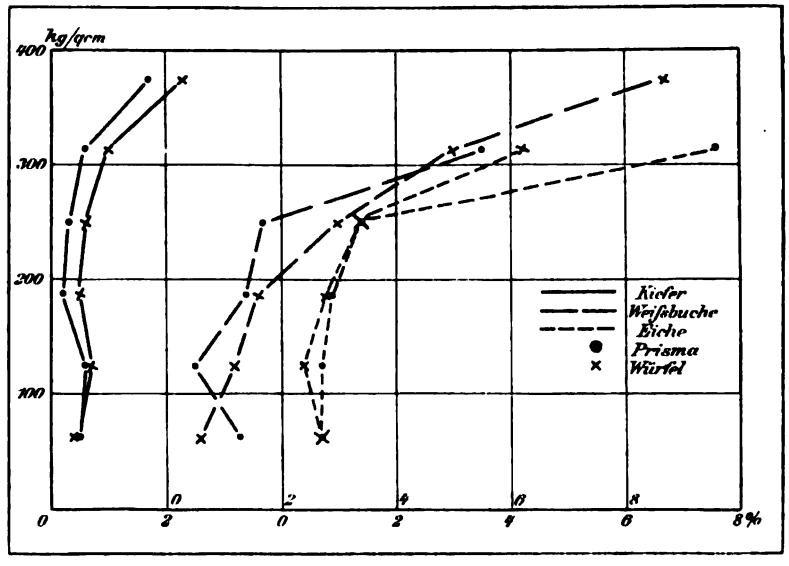


Fig. 5. Zunahme der Höhenverminderung bei 6 Minuten Belastungsdauer mit wachsender Druckspannung.

Den Einfluß der Bearbeitung auf die Druckfestigkeit zeigten Tab. 13 und 14. Nach den Verhältnißzahlen war die mittlere Festigkeit der Würfel Tab. 13 mit Sägenschnitt bei Kiefer und Weißbuche um 3% und 6% größer als bei den Würfeln mit behobelten Druckflächen. Um zu beweisen, daß dies Ergebniß kein zufälliges ist, möge noch darauf hin-

gewiesen sein, daß es mit nur einer Ausnahme (Kieferproben 3b und 4b) bei allen paarweise zusammen gehörigen Proben (Würfel 1a : 2a, 1b : 2b, 3a : 4a und 3b : 4b) zutrifft.

Unter den Prismen (Tab. 14) zeigten diejenigen aus Kiefernholz bei Druckflächen mit Sägenschnitt ebenfalls größere Druckfestigkeit als diejenigen mit behobelten Flächen; der Unterschied beträgt 7%.

Aus Weißbuche liegt nur je ein Prisma zum Vergleich vor. Das Ergebniß ist daher nicht zuverlässig.

Bei der Eiche tritt ein gesetzmäßiger Einfluß der Bearbeitung, weder an den Würfeln noch an den Prismen zu Tage.

Nach den besprochenen Ergebnissen ist die Herrichtung der Druckflächen mittels sorgfältig ausgeführten Sägenschnittes im Allgemeinen mindestens ebenso gut wie das Behobeln; bei der Kiefer verdient sie sogar den Vorzug.

Die Unterschiede in den Höhenverminderungen, die bei den Parallelversuchen an Proben mit behobelten und mit der Säge bearbeiteten Druckflächen erhalten sind, legen nahe, weitere Untersuchungen darüber anzustellen, in wieweit die Höhenverminderung innerhalb der Meßlänge beeinflußt wird, wenn die Kanten der Probe in Folge mangelhafter Bearbeitung aus den Druckflächen zurücktreten, also zu Beginn des Versuches an den Druckplatten nicht anliegen.

Um diesen Einfluß gesetzmäßig festzustellen, ist es erforderlich, der Abweichung der Druckfläche von der Ebene eine bestimmte Form zu geben. Ich wählte hierzu die Form des Pyramidenstumpfes nach Fig. 6 und zwar wurde nur das eine Ende der Proben auf diese Form bearbeitet.

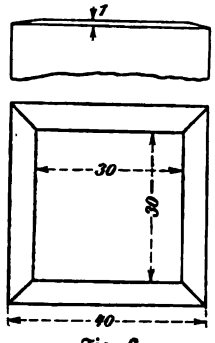


Fig. 6.

Als Probematerial sind 4 Proben aus Reihe I verwendet, nämlich der Kiefern-Würfel 7 und 3 Prismen, nachdem sie zunächst mit Belastungen, die noch keine Anzeichen der Zerstörung bewirkten, bei möglichst sorgfältig bearbeiteten Druckflächen zwischen ebenen Platten geprüft waren.

Die Höhenverminderung der Prismen wurden in beiden Belastungsreihen, sowohl auf 3 cm als auch auf 11 cm Meßlänge gemessen.

Die Versuchsergebnisse sind in Tab. 15 gegenübergestellt. Aus den zusammengehörigen Werthen beider Reihen sind ferner Verhältnißzahlen berechnet, indem die mit ebenen Druckflächen erhaltenen Werthe gleich 100 gesetzt wurden.

Aus diesen Verhältnißzahlen ergiebt sich Folgendes:

a) Die Prismen mit Pyramidenstumpf an dem einen Ende lieferten auf 3 cm Meßlänge ($l = {}^1/_4$ L) um etwa 4% größere Höhenverminderung als bei beiderseits ebenen Druckflächen.

b) Auf 110 mm Meßlänge ($l_1 = {}^{11}/_{12}$ L) betrug die Höhenverminderung der Prismen mit Pyramidenstumpf dagegen nur etwa 85% der Höhenverminderung bei beiderseits ebenen Druckflächen.

c) Die Höhenverminderung des Würfels ging durch das Anarbeiten des Pyramidenstumpfes auf etwa 50 % des bei ebenen Druckflächen erzielten Betrages zurück.

Tabelle 5. **Beobachtungswerthe für die Zunahme der**
Abmessungen: Querschnitt = 16 qcm;

Erstmalige Belastung

Material	Probe Nr.	Zurichtung der Druckflächen	Gemessen auf	Meßlänge l	Zunahme der Höhenverminderung in $\%_0 \cdot 10^{-4}$															
					63				125				188				250			
					durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten		
				cm		2	4	6		2	4	6		2	4	6		2	4	6
Kiefer	5 b	behobelt	Wölbfläche	3	573	6,7	0,0	—	553	3,3	3,3	0,0	550	6,7	0,0	0,0	560	3,3	16,7	0,0
	6 a	Sägenschn.			580	3,3	3,3	-	517	0,0	—	—	507	0,0	—	—	510	0,0	6,7	3,3
	5 a	behobelt	Spiegel		480	—	—	—	510	—	—	—	513	3,3	0,0	—	550	6,7	—	—
	6 b	Sägenschn.			523	6,7	0,0	3,3	497	−3,3	—	—	493	3,3	3,3	3,3	500	6,7	3,3	0,0
	5 a	behobelt	Wölbfläche	11	645	—	—	—	550	—	—	—	511	2,7	0,9	—	521	1,8	—	—
	6 b	Sägenschn.			501	9,1	2,7	0,9	496	0,0	—	—	496	5,5	2,7	1,8	503	5,5	4,5	0,9
	5 b	behobelt	Spiegel		558	5,5	0,9	—	550	2,7	2,7	1,8	518	3,6	1,8	0,0	525	0,0	0,0	0,0
	6 a	Sägenschn.			525	2,7	0,0	—	518	0,0	—	—	517	0,9	—	—	529	4,5	3,6	0,0
Weißbuche	5 b	behobelt	Wölbfläche	3	583	6,7	3,3	0,0	553	0,0	—	—	563	6,7	6,7	3,3	590	23,3	10,0	13,3
	6 a	Sägenschn.			980	13,3	0,0	3,3	937	20,0	16,7	3,3	983	50,0	36,7	10,0	1117	190	107	63,3
	5 a	behobelt	Spiegel		623	0,0	6,7	3,3	627	6,7	3,3	6,7	627	10,0	6,7	10,0	673	36,7	33,3	0,0
	6 b	Sägenschn.			517	3,3	0,0	—	517	3,3	−3,3	3,3	527	3,3	10,0	0,0	550	33,3	6,7	3,3
	5 a	behobelt	Wölbfläche	11	635	2,7	3,6	0,0	625	4,5	3,6	2,7	640	9,1	10,0	5,5	687	3,9	3,2	1,4
	6 b	Sägenschn.			550	1,8	−0,9	—	525	6,4	−2,7	4,6	521	14,5	10,0	−2,6	564	19,1	15,5	10,0
	5 b	behobelt	Spiegel		521	0,9	0,0	—	534	0,0	0,0	—	554	8,2	5,5	0,0	555	20,9	13,6	13,6
	6 a	Sägenschn.			795	9,1	2,7	2,7	857	19,2	10,0	6,4	886	42,0	30,9	2,7	943	120,0	65,5	42,8
Eiche	5 b	behobelt	Wölbfläche	3	597	3,3	0,0	—	620	6,7	0,0	—	617	10,0	10,0	3,3	640	23,3	16,7	10,0
	6 a	Sägenschn.			580	3,3	0,0	3,3	567	6,7	0,0	3,3	553	20,0	13,3	0,0	600	43,3	13,3	16,7
	5 a	behobelt	Spiegel		583	3,3	3,3	—	600	3,3	3,3	0,0	583	20,0	16,7	6,7	610	26,7	13,3	13,3
	6 b	Sägenschn.			673	0,0	3,3	—	670	3,3	3,3	—	663	6,7	6,7	3,3	707	23,3	20,0	13,3
	5 a	behobelt	Wölbfläche	11	713	0,9	0,0	—	612	7,3	7,3	0,9	580	10,9	7,3	1,8	587	25,5	12,7	12,7
	6 b	Sägenschn.			680	5,5	0,0	-	651	0,0	0,9	—	647	9,1	7,3	1,8	675	36,4	13,6	13,6
	5 b	behobelt	Spiegel		632	4,5	0,0	—	608	7,3	0,0	—	599	12,7	1,8	5,5	622	24,5	13,6	5,5
	6 a	Sägenschn.			587	6,4	2,7	0,0	581	7,3	1,8	5,5	555	16,4	8,2	4,5	598	39,1	16,4	16,4

Diese Beobachtungen berechtigen zu dem allgemeinen Schluß, daß

unvollkommene Anlage der Druckflächen bei Holz auf das Maß der Höhenverminderung ohne Einfluß bleibt, wenn die Endpunkte der Meßlänge hinreichend weit von den Endflächen der Druckprobe entfernt liegen.

3. Unterschiede in den Höhenverminderungen auf Spiegel- und Wölbfläche.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse aus den Parallelversuchen an Hand der Tab. 5 ergiebt sich, daß

a) die Höhenverminderungen der Würfel bei den Parallelversuchen und zwar für alle drei untersuchten Holzarten bei Messung auf den Spiegelflächen besser übereinstimmen als bei Messung auf den Wölbflächen.

Die Verhältnißzahlen d 2 Tab. 11 lehren ferner, daß

b) die mittlere Höhenverminderung der Würfel bei allen drei Holzarten auf den Spiegelflächen gemessen größer ist als auf den Wölbflächen. Mit wachsender Belastung nimmt der Unterschied bei Kiefer und Eiche allmählich ab, bei Buche zu. Bei den Prismen ist zu unterscheiden zwischen den Ergebnissen für 3 und 11 cm Meßlänge.

öhenverminderung der Prismen; Versuchsreihe II.

inge der Prismen = 12 cm.

Zweite Belastungsreihe nach Austausch der Meßapparate mit 3 und 11 cm Meßlänge

i den folgenden Druckspannungen in kg/qcm

	63				125				188				250				313				375			
	durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten			durch Laststeigerung	nach Minuten		
		2	4	6		2	4	6		2	4	6		2	4	6		2	4	6		2	4	6
	530	—	—	—	515	8,2	2,7	1,8	521	0,9	—	—	530	2,7	2,7	0,0	539	6,4	5,5	3,6	579	30,0	20,0	19,1
0	538	3,6	—	—	516	0,0	—	—	513	−0,9	2,7	0,9	502	3,6	6,4	8,2	518	1,8	4,5	4,5	551	17,3	13,6	23,6
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	482	3,6	0,9	—	479	3,6	10,9	0,0	494	1,7	−0,9	2,7	509	5,5	−0,9	—	505	5,5	4,5	3,6	516	12,7	9,1	8,2
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	557	0,0	3,3	—	517	3,3	0	0	493	0,0	0,0	6,7	537	3,3	0,0	—	550	13,3	6,7	3,3	587	20,0	13,3	23,3
	500	—	—	—	530	0,0	0,0	3,3	533	0,0	—	—	540	3,3	0,0	3,3	547	6,7	10,0	3,3	587	30,0	26,7	16,7
	477	3,3	—	—	520	3,3	—	—	513	0,0	0,0	3,3	513	0,0	0,0	3,3	520	0,0	6,7	3,3	537	20,0	10,0	13,3
	525	2,7	1,8	0,0	518	0,0	—	—	522	13,6	2,7	3,6	542	12,7	4,6	9,1	592	46,4	36,4	27,3	654	188	105	71,0
0	915	6,3	7,3	8,2	917	11,8	9,1	4,6	928	36,4	18,2	16,4	970	69,1	44,6	24,6	1242	312	176	113	1500	1300	—	—
	618	5,5	1,8	4,6	628	9,1	1,8	−4,5	646	15,4	9,1	7,3	670	26,4	13,7	14,6	771	117	67,3	58,3	942	446	260	175
	506	2,7	0,9	—	523	4,6	4,6	1,8	528	5,5	5,5	5,5	551	19,1	10,9	10,0	579	63,6	30,0	301	755	148	87,3	103
	666	6,7	3,3	3,3	647	13,3	6,7	−10,0	673	13,3	16,7	10,0	700	33,3	13,3	20,0	827	107	110	66,7	1017	490	267	220
)	550	3,3	0,0	—	513	3,3	3,3	0,0	520	10,0	3,3	6,7	550	13,3	6,7	6,7	577	56,7	33,3	23,3	727	143	80,0	103
	533	3,3	6,7	−3,3	557	0,0	—	—	560	16,7	3,3	6,7	590	13,3	6,7	10,0	640	63,3	43,3	30,0	720	227	120	80
	893	6,7	10,0	13,3	937	26,7	3,3	13,7	973	46,7	10,0	20,0	1023	83,3	33,3	36,7	1243	273	200	96,7	1490	1150	—	—
	624	4,5	3,6	−0,9	609	9,1	1,8	2,7	608	9,1	−0,9	—	617	10,9	10,0	3,6	704	92	65	38	1110	790	445	395
)	658	6,4	0,0	—	600	5,5	0,9	—	578	10,9	3,6	4,5	602	30,0	5,5	12,7	652	112	52	49	828	653	478	267
	578	−1,8	0,9	—	585	1,8	1,8	1,8	573	2,7	2,7	1,8	575	10,9	7,3	7,3	657	103	74	36	1060	650	502	613
	629	6,4	0,0	—	624	9,1	0,0	—	630	8,2	4,5	5,5	646	20,9	3,6	8,2	756	146	89	51	1560	840	670	541
	617	0,0	3,3	—	587	3,3	3,3	3,3	583	10,0	10,0	0,0	590	13,3	10,0	10,0	653	147	87	36,7	893	183	143	780
)	633	0,0	3,3	—	637	6,7	0,0	—	660	10,0	3,3	6,7	657	13,3	6,7	3,3	803	157	93	77	1660	1113	720	563
	617	3,3	0,0	0,0	593	3,3	6,7	0,0	607	10,0	0,0	—	617	10,0	10,0	6,7	687	110	63	30	1203	920	537	500
	577	6,7	0,0	—	560	6,7	3,3	—	560	16,7	10,0	0,0	607	43,3	6,7	13,3	683	123	57	60	883	857	343	257

Nach den Verhältnißzahlen d 2 Tab. 12 lieferten

c) bei 3 cm Meßlänge die Messungen auf den Spiegelflächen bei Kiefer- und Buchenprismen kleinere, bei Eiche etwas größere mittlere Höhenverminderungen als die Messungen auf den Wölbflächen. Der Unterschied nimmt bei Kiefer und Buche mit wachsender Belastung ab.

d) Auf 11 cm Meßlänge ist die Höhenverminderung bei allen drei Holzarten auf den Spiegelflächen gemessen kleiner als auf den Wölbflächen. Der Unterschied nimmt wieder mit wachsender Belastung ab und ist bei Kiefer und Buche schon von 125 kg/qcm ab gleich Null.

Zieht man den Einfluß der Bearbeitungsweise der Druckflächen mit in Betracht, so ergiebt sich aus den Mittelwerthen a Tab. 11 und 12, daß

e) der Unterschied zwischen den Ergebnissen der Messungen auf Wölbfläche und Spiegel an den Proben mit behobelten Druckflächen stärker hervortritt als bei den mit der Säge beschnittenen Proben. Bei den Eichenwürfeln mit Sägenschnitt lieferten die Messungen auf den Spiegelflächen im Gegensatz zu dem vorstehend unter b genannten Ergebniß von 125 kg/qcm Belastung ab sogar geringere Höhenverminderungen als die Messungen auf den Wölbflächen. Auch

[illegible] der [illegible] zur Prüfung von Holz.

[illegible] der Würfel bei wachsender Belastung.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible] in % 10⁻[illegible]				
[illegible] Belastungen in kg/cm² nach 6 Min. Belastungsdauer				
188	250	313	375	438
1433	2027	2653	[illegible]	[illegible]
993	1617	2300	[illegible]	4157
[illegible]	1822	2477	[illegible]	4474
[illegible]	2713	3190	[illegible]	[illegible]
[illegible]	2717	3217	3763	[illegible]
[illegible]	2715	3204	3812	[illegible]
1729	[illegible]	2841	[illegible]	[illegible]
[illegible]	2263	2760	3303	[illegible]
[illegible]	2133	2770	3467	[illegible]
[illegible]	2198	2765	3385	[illegible]
[illegible]	2107	2677	3347	[illegible]
[illegible]	2203	2740	3370	[illegible]
[illegible]	2155	2700	[illegible]	[illegible]
[illegible]	2177	2787	3372	4450
[illegible]	1140	1720	2493	[illegible]
[illegible]	[illegible]	4297	6683	14217
[illegible]	[illegible]	3009	4588	9027
[illegible]	[illegible]	4640	7463	16033
[illegible]	[illegible]	3570	4543	6040
[illegible]	[illegible]	4105	6008	11087
[illegible]	[illegible]	2557	5296	10082
[illegible]	[illegible]	2540	3283	4447
[illegible]	[illegible]	4007	5123	6973
[illegible]	[illegible]	3274	4208	5710
[illegible]	[illegible]	5070	7297	12083
[illegible]	[illegible]	3417	4457	6313
[illegible]	3245	4244	5877	9138
[illegible]	[illegible]	3759	5040	7454
[illegible]	[illegible]	3740	5907	(21400)
[illegible]	[illegible]	2773	4343	(16800)
[illegible]	[illegible]	3357	5125	(14100)
[illegible]	[illegible]	3590	5167	(16340)
[illegible]	[illegible]	3433	6117	(17000)
[illegible]	2710	3512	5642	(16670)
[illegible]	[illegible]	3385	5384	(15885)
[illegible]	[illegible]	2990	4790	(17400)
[illegible]	[illegible]	3707	5890	(12533)
[illegible]	[illegible]	3249	5340	(14967)
[illegible]	[illegible]	3397	4247	(14633)
[illegible]	[illegible]	3033	5767	(14750)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	5007	(14692)
[illegible]	[illegible]	3157	5174	[illegible]

Tabelle 7. Gesammt-Höhenverminderung der Prismen bei wachsender Belastung. Reihe II.

Material: Kiefer.

Zustand der Druckflächen	Probe Nr.	Raumgewicht g/ccm	Belastungsreihe Nr.	Meßlänge l cm	Meßlänge gelegen auf	Höhenverminderung in % 10^{-4} bei den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm 63	125	188	250	313	375	438	Bruchverlauf
behobelt	5a	0,546	1	3	Spiegel	480	920	1507	2063	2660	—	—	An zwei Stellen in Richtung der Jahrringe schief zur Achse abgeschoben.
				11	Wölbfläche	645	1195	1709	2232	2788	—	—	
			2	3	Spiegel	537	1070	1610	2163	2740	3423	4643	
				11	Wölbfläche	606	1114	1675	2220	2782	3443	5190	
	5b	0,493	1	3	Wölbfläche	580	1140	1697	2277	2887	—	—	Desgl. an dem einen Ende.
				11	Spiegel	565	1122	1645	2170	2709	—	—	
			2	3	Wölbfläche	637	1200	1747	2317	2903	—	—	
				11	Spiegel	574	1100	1626	2158	2706	—	—	
			3	3	Spiegel	500	1033	1567	2113	2680	3340	4723	
				11	Wölbfläche	530	1058	1580	2115	2670	3318	4875	
Sägenschnitt	6a	0,543	1	3	Wölbfläche	587	1103	1610	2130	—	—	—	Wie bei 5b
				11	Spiegel	527	1045	1564	2101	—	—	—	
			2	3	Wölbfläche	607	1127	1640	2153	—	—	—	
				11	Spiegel	551	1082	1598	2130	—	—	—	
			3	3	Spiegel	480	1003	1520	2037	2567	3147	3867	
				11	Wölbfläche	542	1058	1574	2095	2624	3229	4066	
	6b	0,504	1	3	Spiegel	530	1027	1530	2043	—	—	—	Holzfasern etwa auf $^1/_3$ der Höhe und an einem Ende zusammengestaucht.
				11	Wölbfläche	514	1008	1515	2028	—	—	—	
			2	3	Wölbfläche	560	1080	1613	2157	2730	3373	4278	
				11	Spiegel	486	980	1477	1991	2511	3057	3789	

Tabelle 8. Gesammt-Höhenverminderung der Prismen bei wachsender Belastung. Reihe II.

Material: Weißbuche.

Zustand der Druckflächen	Probe Nr.	Raumgewicht g/ccm	Belastungsreihe Nr.	Meßlänge l cm	Meßlänge gelegen auf	Höhenverminderung in % 10^{-4} bei den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm 63	125	188	250	313	375	438	Bruchverlauf
behobelt	5a	0,710	1	3	Spiegel	633	1277	1930	2673	—	—	—	Schiefer Wuchs. Der Länge nach schief zur Achse gespalten.
				11	Wölbfläche	642	1278	1943	2715	—	—	—	
			2	3	Wölbfläche	680	1337	2050	2817	3927	5920	(7200)	
				11	Spiegel	630	1265	1943	2667	3681	5504	(7410)	
	5b	0,713	1	3	Wölbfläche	593	1147	1727	2363	—	—	—	Auf halber Höhe, in Richtung der Jahrringe schief zur Achse abgeschoben.
				11	Spiegel	522	1055	1607	2209	—	—	—	
			2	3	Spiegel	540	1097	1683	2303	3080	4227	6437	
				11	Wölbfläche	530	1048	1590	2158	2860	3878	5882	
Sägenschnitt	6a	0,736	1	3	Wölbfläche	927	1973	3053	4530	—	—	—	Wie bei 5a.
				11	Spiegel	810	1703	2665	3835	—	—	—	
			2	3	Spiegel	923	1903	2953	4130	5943	(8583)	—	
				11	Wölbfläche	936	1878	2877	3985	5819	(8600)	—	
	6b	0,709	1	3	Spiegel	517	1037	1577	2170	—	—	—	Wie bei 5b an einem Ende schief abgeschoben.
				11	Wölbfläche	551	1084	1626	2235	—	—	—	
			2	3	Wölbfläche	553	1073	1613	2190	2880	3933	5893	
				11	Spiegel	510	1044	1588	2179	2880	3973	5985	

Tabelle 9. Gesammt-Höhenverminderung der Prismen bei wachsender Belastung.

Reihe II.

Material: Eiche.

Zustand der Druckflächen	Probe Nr.	Raumgewicht g/ccm	Belastungsreihe Nr.	Meßlänge l cm	gelegen auf	Höhenverminderung in % 10^{-4} bei den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm 63	125	188	250	313	375	438	Bruchverlauf
behobelt	5a	0,588	1	3	Spiegel	590	1197	1823	2487	—	—	—	
				11	Wölbfläche	714	1341	1941	2579	—	—	—	
			2	3	Wölbfläche	620	1217	1820	2443	3367	6970	—	Auf halber Höhe, in Richtung der Jahrringe schief zur Achse abgeschoben.
				11	Spiegel	577	1168	1748	2349	3219	6055	—	
	5b	0,592	1	3	Wölbfläche	600	1227	1867	2557	—	—	—	
				11	Spiegel	636	1352	1871	2536	—	—	—	
			2	3	Spiegel	620	1293	1840	2483	3373	6533	—	Desgl.
				11	Wölbfläche	631	1254	1870	2512	3410	6164	—	
Sägenschnitt	6a	0,600	1	3	Wölbfläche	587	1163	1750	2423	—	—	—	
				11	Spiegel	596	1192	1776	2446	—	—	—	
			2	3	Spiegel	583	1153	1740	2410	3333	5673	—	Desgl.
				11	Wölbfläche	665	1271	1868	2518	3383	5600	—	
	6b	0,587	1	3	Spiegel	677	1353	2033	2797	—	—	—	
				11	Wölbfläche	685	1337	2003	2741	—	—	—	
			2	3	Wölbfläche	637	1280	1960	2640	3770	7827	—	Desgl. an dem einen Ende
				11	Spiegel	636	1269	1917	2587	3630	7432	—	

bei den Eichenprismen gestaltete sich der Einfluß der Lage der Meßlänge (l) zu den beiden Flächen bei l = 3 cm umgekehrt als oben unter c und d angegeben ist.

4. Einfluß der Probenform.

Der Einfluß der Probenform, Würfel oder Prisma, auf Höhenverminderung und Festigkeit ergiebt sich für Reihe I aus Tab. 16 und für Reihe II aus Tab. 17. In Tab. 16 gelten die angegebenen Höhenverminderungen bei beiden Probenformen für 3 cm Meßlänge, während in Tab. 17 zu den Prismen die Höhenverminderungen für 3 und 11 cm Meßlänge aufgeführt sind.

Um den Einfluß der Belastungsdauer möglichst auszuschließen, sind in beiden Tabellen stets die Höhenverminderungen angegeben, welche für die größte angewendete Belastungsdauer von 5 und 6 Minuten gelten. War der Gleichgewichtszustand innerhalb dieser Zeit noch nicht erreicht, so sind die Ergebnisse in [ ] gesetzt.

Bei den Kiefernwürfeln 3, 5, 7 und bei dem Kiefernprisma 6 (Reihe I) sind die Belastungen in Stufen von 300 kg gesteigert (s. Tab. 1). Die Werthe für die Höhenverminderungen (Tab. 16) dieser 4 Proben sind durch Interpolation gewonnen und daher nur Annäherungswerthe.

Die Verhältnißzahlen am Fuß der Tab. 16 zeigen, daß Reihe I bei 3 cm Meßlänge an den Prismen größere mittlere Höhenverminderungen lieferte als an den Würfeln.

Der Unterschied beträgt bei der Eiche für alle Laststufen etwa 20—24%; bei der Buche geht er von 194% bei 63 kg/qcm mit wachsender Belastung bis auf 81% herunter, bei der Kiefer von 21 auf 12%.

Versuchsreihe II lieferte nach den Verhältnißzahlen b 1 Tab. 17 nur bei der Eiche am Prisma größere Höhenverminderungen als am Würfel, während bei Kiefer und besonders

Tabelle 10. Mittlere Höhenverminderungen und deren Zunahme nach 6 Minuten Belastungsdauer bei den Prismen und Würfeln. Reihe II.

Material	Probenform	Belastung kg/qcm	Höhenverminderung in % 10^{-4} Gesammt $-\delta$	Zunahme für Laststufe $\Delta-\delta$	Zunahme nach 6 Minuten	Gesammt $-\delta$	Zunahme für Laststufe $\Delta-\delta$	Zunahme nach 6 Minuten	Gesammt $-\delta$	Zunahme für Laststufe $\Delta-\delta$	Zunahme nach 6 Minuten	Verhältniß % Zunahme nach 6 Minuten bezogen auf $-\delta$	$\Delta-\delta$
Reihe 1 mit Meßlänge l =			3 cm			11 cm			Mittel				
Kiefer	Prisma (40×40×120)	63	559	559	7,8	528	528	7,2	544	544	7,5	1,4	1,4
		125	1089	522	1,1	1056	521	2,4	1073	522	1,8	0,2	0,4
		188	1607	517	5,5	1568	510	5,4	1588	514	5,5	0,3	1,1
		250	2136	523	13,3	2093	519	6,3	2115	521	9,8	0,5	1,9
		l =	11 cm			3 cm			Mittel				
		63	517	517	2,7	511	511	2,2	514	514	2,5	0,5	0,5
		125	1023	503	9,1	1035	522	3,3	1029	513	6,2	0,6	1,2
		188	1541	509	2,4	1551	513	3,3	1546	511	2,9	0,2	0,6
		250	2057	514	9,4	2084	530	4,4	2071	522	6,9	0,3	1,3
		313	2587	521	13,3	2628	539	17,8	2608	530	15,6	0,6	2,9
		375	3149	549	51,2	3216	570	57,8	3183	560	54,5	1,7	9,8
	Würfel (40×40×40) l = 3 cm	63							567	567	2,1	0,4	0,4
		125							1119	550	7,5	0,7	1,4
		188							1668	541	8,9	0,5	1,6
		250	—			—			2208	531	13,6	0,6	2,6
		313							2759	538	27,9	1,0	5,2
		375							3366	579	76,0	2,3	13,1
		438							4292	850	—	—	—
Weißbuche[1])	Reihe 1 mit l =		3 cm			11 cm			Mittel				
	Prisma	63	574	574	7,8	569	569	2,7	572	572	5,3	0,9	0,9
		125	1148	566	6,7	1133	561	6,4	1141	564	6,6	0,6	1,2
		188	1726	572	18,9	1711	572	20,1	1719	572	19,5	1,1	3,4
		250	2349	604	53,3	2333	602	33,7	2341	603	43,5	1,9	7,2
	Reihe 2 mit l =		11 cm			3 cm			Mittel				
	Prisma	63	550	550	6,7	583	583	7,8	567	567	7,3	1,3	1,3
		125	1113	556	5,8	1163	572	5,5	1138	564	5,7	0,5	1,0
		188	1684	565	19,4	1752	584	28,9	1768	575	24,2	1,4	4,2
		250	2291	588	40,4	2394	613	41,1	2343	600	40,8	1,7	6,8
		313	2978	647	158,5	3116	681	177,9	3047	664	168,2	5,5	25,3
		375	3921	784	527,8	4115	821	577,0	4018	803	552,4	13,7	69,0
	Würfel	63							589	589	3,3	0,6	0,6
		125							1247	655	14,6	1,2	2,2
		188							1913	651	30,5	1,6	4,7
		250	—			—			2636	693	78,6	3,0	11,3
		313							3522	807	176,3	5,0	21,8
		375							4800	1102	417,0	8,7	37,8
Eiche	Reihe 1 mit l =		3 cm			11 cm			Mittel				
	Prisma	63	608	608	4,9	653	653	5,0	631	631	5,0	0,8	0,8
		125	1227	614	7,5	1271	618	9,6	1249	614	8,6	0,7	1,4
		188	1838	604	29,2	1876	595	21,8	1857	600	25,5	1,4	4,3
		250	2506	639	58,3	2518	621	57,5	2512	630	57,9	2,3	9,2
	Reihe 2 mit l =		11 cm			3 cm			Mittel				
	Prisma	63	622	622	4,8	611	611	4,2	617	617	4,5	0,7	0,7
		125	1232	605	8,6	1212	595	9,2	1222	600	8,9	0,7	1,5
		188	1837	597	13,2	1823	602	19,2	1835	600	16,2	0,9	2,7
		250	2461	610	32,7	2461	618	36,7	2461	614	34,7	1,4	5,7
		313	3185	692	227,0	3204	707	260,2	3195	700	243,6	7,6	34,7
		375	4551	1139	171,1	4625	1160	2047	4588	1150	1109,0	24,2	96,5
	Würfel	63							557	557	3,9	0,7	0,7
		125							1176	615	4,6	0,4	0,7
		188							1776	595	15,0	0,8	2,5
		250	—			—			2407	616	34,1	1,4	5,5
		313							3148	707	182,1	4,2	18,7
		375							4452	1172	885,0	18,6	71,0

[1]) Probe 6a ist von der Mittelbildung ausgeschlossen.

Tabelle 11. Abhängigkeit der Höhenverminderung der Würfel von dem Zustande der Druckflächen und von der Lage der Meßlänge auf Wölbfläche oder Spiegel.

Bedeutung der Werthe	Material	Zustand der Druckflächen	gemessen auf	Höhenverminderungen in % 10^{-4} bei den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm						
				63	125	188	250	313	375	438
a) Mittelwerthe aus den Parallel-Versuchen	Kiefer	behobelt	Wölbfläche	250	707	1238	1822	2477	3232	4474
			Spiegel	965	1660	2220	2715	3204	3812	(7382)
		Sägenschnitt	Wölbfläche	467	1027	1615	2198	2765	3385	(4362)
			Spiegel	594	1110	1630	2155	2709	3359	4537
	Buche	behobelt	Wölbfläche	312	802	1342	2084	3009	4588	9037
			Spiegel	459	1237	2050	2935	4105	6003	11037
		Sägenschnitt	Wölbfläche	669	1312	1927	2560	3274	4203	5710
			Spiegel	734	1499	2257	3145	4244	5877	9198
	Eiche	behobelt	Wölbfläche	360	1000	1662	2369	3257	5125	—
			Spiegel	907	1537	2112	2710	3512	5642	—
		Sägenschnitt	Wölbfläche	469	1110	1768	2460	3349	5340	—
			Spiegel	507	1062	1607	2189	2965	5007	—
b) Mittel für gleichen Zustand der Druckflächen	Kiefer	behobelt Sägenschnitt	—	608	1184	1729	2269	2841	3522	5228
				531	1069	1623	2177	2757	3372	(4450)
	Buche	behobelt Sägenschnitt		386	1020	1696	2485	3557	5296	10032
				702	1406	2092	2853	3759	5040	7454
	Eiche	behobelt Sägenschnitt		634	1269	1887	2540	3385	5384	—
				488	1086	1688	2325	3157	5174	—
c) Mittel für Messungen auf den gleichartigen Flächen	Kiefer	—	Wölbfläche	359	867	1427	2010	2621	3309	—
			Spiegel	780	1385	1925	2435	2957	3586	—
	Buche		Wölbfläche	491	1057	1635	2297	3142	4396	—
			Spiegel	597	1368	2154	3040	4175	5940	—
	Eiche		Wölbfläche	415	1055	1715	2415	3303	5233	—
			Spiegel	707	1300	1860	2450	3239	5325	—
d) Verhältnißwerthe	Kiefer	1. Einfluß der Bearbeitung. Mittel für behobelte Druckflächen = 100 gesetzt.		87	90	94	96	96	96	—
	Buche			182	138	123	126	119	95	—
	Eiche			78	86	89	86	90	96	—
	Kiefer	2. Unterschiede in den Höhenverminderungen auf Wölbfläche und Spiegel. Die letzteren = 100 gesetzt.		46	63	74	83	89	92	—
	Buche			82	77	76	76	75	74	—
	Eiche			59	81	92	98	102	98	—

bei Buche die Würfel sich unter gleichen Belastungen mehr zusammendrückten als die Prismen. Am geringsten sind die Unterschiede bei der Kiefer; bei Buche und Eiche nehmen sie mit wachsender Belastung ab.

Hiernach bestätigt Reihe II die Ergebnisse der Reihe I nur bei der Eiche, während beide Reihen bei Kiefer und Buche zu entgegengesetzten Ergebnissen führten.

Ein allgemein gültiges Urtheil über den Einfluß der Probenform, Würfel oder Prisma, auf die Höhenverminderung lassen die vorliegenden Untersuchungen wegen des Widerspruches in den Ergebnissen beider Reihen nicht zu. Vielleicht ist aber dieser Widerspruch dadurch veranlaßt, daß der Einfluß ungleichmäßiger Druckübertragung in Folge ungeebener Druckflächen größer ist als der Einfluß der Probenform.

Tabelle 12. **Abhängigkeit der Höhenverminderung der Prismen von dem Zustande der Druckflächen und der Lage der Meßlänge auf Wölbfläche oder Spiegel.**

Bedeutung der Werthe	Material	Zustand der Druckflächen	gemessen auf	Höhenverminderungen in % 10^{-4} für Meßlänge: $l_1 = 3$ cm bei den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm				$l_2 = 11$ cm bei den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm			
				63	125	188	250	63	125	188	250
a) Mittelwerthe aus den Parallel-Versuchen	Kiefer	behobelt	Wölbfläche	609	1170	1722	2297	594	1122	1655	2189
			Spiegel	506	1008	1561	2113	570	1111	1634	2164
		Sägenschnitt	Wölbfläche	585	1103	1621	2147	528	1033	1545	2062
			Spiegel	505	1015	1525	2040	521	1036	1546	2091
	Buche	behobelt	Wölbfläche	593	1147	1727	2363	530	1048	1590	2158
			Spiegel	540	1097	1688	2303	522	1055	1607	2209
		Sägenschnitt	Wölbfläche	553	1073	1613	2190	551	1084	1626	2235
			Spiegel	517	1037	1577	2170	510	1044	1588	2179
	Eiche	behobelt	Wölbfläche	610	1222	1844	2500	673	1298	1906	2545
			Spiegel	605	1245	1832	2485	607	1210	1810	2443
		Sägenschnitt	Wölbfläche	612	1222	1855	2532	675	1304	1936	2630
			Spiegel	630	1253	1887	2603	616	1231	1847	2517
b) Mittel für gleichen Zustand der Druckflächen	Kiefer	behobelt Sägenschnitt	—	558	1089	1642	2205	582	1117	1645	2177
				545	1059	1573	2094	525	1035	1546	2077
	Buche	behobelt Sägenschnitt		567	1122	1705	2333	526	1052	1599	2184
				535	1055	1595	2180	531	1064	1607	2207
	Eiche	behobelt Sägenschnitt		608	1234	1838	2493	640	1254	1858	2494
				621	1238	1871	2568	646	1268	1892	2574
c) Mittel für Messungen auf den gleichartigen Flächen	Kiefer	—	Wölbfläche	597	1137	1672	2222	561	1078	1600	2126
			Spiegel	506	1012	1543	2077	546	1074	1590	2128
	Buche		Wölbfläche	573	1110	1670	2277	541	1066	1608	2197
			Spiegel	529	1067	1630	2237	516	1050	1598	2194
	Eiche		Wölbfläche	611	1222	1850	2516	674	1301	1921	2588
			Spiegel	618	1249	1860	2544	612	1221	1829	2480
d) Verhältnißwerthe	Kiefer	1. Einfluß der Bearbeitung. Mittel für behobelte Druckflächen = 100.		98	97	96	95	90	93	94	95
	Buche			94	94	94	93	101	101	101	101
	Eiche			102	100	102	103	101	101	102	103
	Kiefer	2. Unterschied in den Höhenverminderungen auf Wölbfläche u. Spiegel. Die letzteren = 100.		118	112	108	107	102	100	100	100
	Buche			108	104	102	102	105	101	101	100
	Eiche			99	98	99	99	110	106	105	104

Die Bruchfestigkeiten der Würfel und Prismen sind nach den Verhältnißzahlen Tab. 16 und 17 ebenfalls nicht wesentlich verschieden. Nach den Mittelwerthen aus beiden Reihen können sie für beide Probenformen bei Kiefer und Eiche als gleich groß angesehen werden und nur bei der Weißbuche lieferten beide Reihen an den Prismen wider Erwarten größere Bruchlasten als an den Würfeln.

Der Einfluß der Meßlänge ist nach den Verhältnißzahlen b 2 Tab. 17 ebenfalls ohne wesentliche Bedeutung. Er tritt hinter den Unterschieden der Ergebnisse zurück, die an mehreren Proben unter gleichen Versuchsbedingungen erhalten wurden. Immerhin deuten aber die Beobachtungen darauf hin, daß die Meßlänge von 3 cm besonders bei höheren Belastungen größere Höhenverminderungen liefert als die Meßlänge von 11 cm.

[illegible] Holz

[illegible] Druckflächen auf die Druckfestigkeit [illegible] Serie I.

[illegible]	[illegible] Bruchlast Gesammt kg	Bruchlast pro [illegible] kg
[illegible]	7500	[illegible]
[illegible]	7000	[illegible]
[illegible]	8060	[illegible]
[illegible]	7500	[illegible]
[illegible]	—	474
[illegible]	8000	[illegible]
[illegible]	7500	[illegible]
[illegible]	8170	[illegible]
[illegible]	7460	[illegible]
[illegible]	—	486
[illegible]	8900	[illegible]
[illegible]	7700	[illegible]
[illegible]	8580	540
[illegible]	7580	[illegible]
[illegible]	—	518
[illegible]	9220	[illegible]
[illegible]	8250	[illegible]
[illegible]	8720	[illegible]
[illegible]	8640	[illegible]
[illegible]	—	547
[illegible]	[illegible]	460
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	445
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	464
[illegible]	[illegible]	462
[illegible]	[illegible]	475
[illegible]	[illegible]	445
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	460

[illegible] Material [illegible] Zusammen[illegible] außerhalb der [illegible] Material [illegible]

[illegible] Beurtheilung der [illegible]

abelle 14. **Einfluß der Bearbeitungsweise der Druckflächen auf die Druckfestigkeit der Prismen. Reihe II.**

Material	Zustand der Druckflächen	Probe Nr.	Abmessungen: Kantenlängen Dicke a cm	Breite b cm	Höhe l cm	Druckfläche f qcm	Inhalt J ccm	Gewichte: Gesammt g	Raumgewicht g/ccm	Bruchlast: Gesammt kg	Spannung kg/qcm	Bruchverlauf	Verhältniszahlen. Die Bruchlasten bei behobelten Druckflächen gleich 100 gesetzt.
Kiefer	behobelt	5a	3,98	4,01	11,77	16,0	188,3	102,9	0,546	7500	468	5a, 5b und 6a schief zur Achse abgeschoben; 6b Holzfaser auf 1/3 der Höhe in einander geschoben.	100
		5b	3,99	3,98	11,81	15,9	187,8	92,5	0,493	7500	472		
		Mittel	—	—	—	**16,0**	—	—	**0,520**	—	**470**		
	Sägenschnitt	6a	3,98	4,00	12,04	15,9	191,4	104,0	0,543	8000	503		107
		6b	3,99	3,98	12,03	15,9	191,3	96,5	0,504	8000	503		
		Mittel	—	—	—	**15,9**	—	—	**0,524**	—	**503**		
Weißbuche	behobelt	5a	4,00	3,99	11,99	16,0	191,8	136,1	0,710	(7800)	(487)[1]	5a und 6a schiefer Wuchs, der Länge nach gespalten. 5b und 6b schief zur Achse abgeschoben.	100
		5b	4,01	4,00	11,96	16,0	191,4	136,4	0,713	9410	588		
		Mittel	—	—	—	**16,0**	—	—	**0,712**	—	**588**		
	Sägenschnitt	6a	4,00	3,98	12,00	15,9	190,8	140,4	0,736	7860	(495)[1]		97
		6b	4,01	3,99	12,04	16,0	192,6	136,6	0,709	9140	570		
		Mittel	—	—	—	**16,0**	—	—	**0,723**	—	**570**		
Eiche	behobelt	5a	3,96	3,99	11,68	15,8	184,5	108,4	0,588	7350	465	In Richtung der Jahrringe schief zur Achse abgeschoben.	100
		5b	3,97	3,98	11,82	15,8	186,8	110,5	0,592	7260	460		
		Mittel	—	—	—	**15,8**	—	—	**0,590**	—	**468**		
	Sägenschnitt	6a	3,96	3,99	12,03	15,8	190,1	114,0	0,600	7440	470		101
		6b	3,97	3,98	12,05	15,8	190,4	111,7	0,587	7310	463		
		Mittel	—	—	—	**15,8**	—	—	**0,594**	—	**467**		

[1]) Wegen des schiefen Wuchses und eigenartigen Bruches vom Mittel ausgeschlossen.

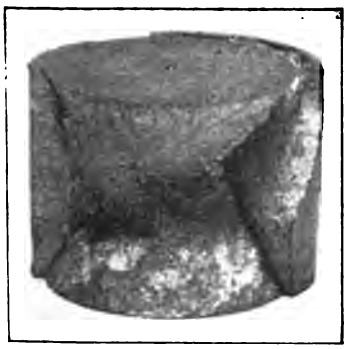


Fig. 7. Druckkegel an einem Messingcylinder.

Fig. 8. Druckfläche eines Metallcylinders. Der äußere helle Ring entstammt dem aus dem Umfang in die Druckfläche übergegangenen Material.

Tabelle 15. Einfluß unvollkommener Anlage der Druckflächen.

Mittlere ursprüngliche Abmessungen: 4 × 4 × 12 cm.

Proben Form und Nr.	Material	Abmessungen: Querschnitt qcm	Druckfläche qcm	Höhe des Pyramidenstumpfes mm	Meßlänge mm	Höhenverminderung in % bei den Belastungen in kg/qcm: 63	125	188	250	313	375	438
Prisma 2	Kiefer	16,1	16,1	0	30	[540]	1103	1680	2263	—	—	—
		16,1	8,7	1,1		557	1143	1763	2377	—	—	—
		Verhältniß: p/e · 100				[103]	104	105	105	—	—	—
		16,1	16,1	0	110	[596]	1150	1717	2289	—	—	—
		16,1	8,7	1,1		490	974	1427	1927	—	—	—
		Verhältniß: p/e · 100				[82]	85	83	84	—	—	—
Prisma 5	Weißbuche	15,9	15,9	0	30	343	690	1050	1400	1777	2167	—
		15,9	8,9	1,0		357	700	1043	1407	1773	2177	2637
		Verhältniß: p/e · 100				104	101	100	100	100	100	—
		15,9	15,9	0	110	335	665	1010	1353	1712	2075	—
		15,9	8,9	1,0		286	578	862	1149	1438	1742	2130
		Verhältniß: p/e · 100				85	87	85	85	84	84	—
Prisma 2	Eiche	16,0	16,0	0	30	623	1257	1907	2587	3303	(4027)	—
		16,0	8,7	0,9		657	1303	1990	2700	3457	4177	—
		Verhältniß: p/e · 100				105	104	104	104	104	104	—
		16,0	16,0	0	110	474	1033	1636	2273	2968	(3682)	—
		16,0	8,7	0,9		427	900	1408	1932	2535	3501	—
		Verhältniß: p/e · 100				90	87	86	85	85	95	—
Würfel 7	Kiefer	Belastung kg/qcm				19	37	56	75	94	112	—
		bei ebener Druckfläche		Reihe 1	30	157	297	460	633	—	—	—
				„ 2		133	273	440	610	800	1003	—
				Mittel		145	285	450	622	[800]	[1003]	—
		Druckfläche mit Pyramidenstumpf		Reihe 1		80	147	240	347	447	560	—
				„ 2		57	117	220	323	420	527	—
				Mittel		69	132	230	335	434	544	—
		Verhältniß: p/e · 100				48	46	51	54	54	54	—

Aufbaues, der jährlichen Angliederung neuen Holzes in ringförmigen Schichten und der Unterbrechung durch Markstrahlen nicht nach allen Seiten hin gleich groß, sondern in den beiden Richtungen tangential und radial zum Stamm oder zu den Jahrringen in ausgeprägtem Maße verschieden. Dieser Umstand hat zur Folge, daß Druckpyramiden sich beim Holz nicht ausbilden. Wohl aber können statt der Druckpyramiden über den belasteten Flächen Druckkeile nach Fig. 9 entstehen, die dann wie die Pyramiden in das übrige Material hineingetrieben werden und dieses zersprengen.

Wenn nun derartige Brüche mit Keilbildung bei den vorliegenden Untersuchungen besonders an Eiche und Buche mehrfach beobachtet wurden, so erfolgte doch der Bruch und

[illegible] Vergleich zwischen den Höhenverminderungen und Druck-

Je ein Würfel und ein Prisma sind demselben

Probe Nr.	Material	Form der Proben	Mittlere Abmessungen: Höhe h cm	Querschnittsmaße a cm	b cm	Druckfläche qcm	Inhalt J ccm	Gewicht: Gesammt G g	Raum r = G/J g/ccm
[illegible]	Kiefer	Würfel	39,4	40,0	40,1	16,0	63,0	31,19	0,495
[illegible]			40,0	40,1	40,0	16,0	64,0	30,98	0,484
[illegible]			39,7	39,9	39,9	15,9	63,1	(26,7)	0,423
Mittel			39,7	—	—	16,0	—	—	0,490
4		Prisma	119,6	40,0	40,0	16,0	191,3	94,88	0,496
[illegible]			119,0	40,0	40,0	16,0	190,2	92,72	0,487
[illegible]			119,7	40,0	40,0	16,0	191,3	85,53	0,447
Mittel			119,5	—	—	16,0	—	—	0,492
1	Weißbuche	Würfel	40,0	39,8	39,9	15,9	63,6	48,90	0,769
2			39,7	39,9	40,0	16,0	63,5	49,74	0,783
3			39,8	39,8	39,9	15,9	63,3	48,97	0,774
Mittel			39,8	—	—	15,9	—	—	0,772
4		Prisma	119,8	40,0	39,9	16,0	191,3	149,10	0,780
5			119,8	39,9	39,9	15,9	190,5	(148,4)	0,780
6			119,7	39,9	40,0	16,0	191,0	150,31	0,788
Mittel			119,8	—	—	16,0	—	—	0,784
1	Eiche	Würfel	39,8	39,8	40,0	15,9	63,3	40,35	0,637
3			39,8	39,9	39,7	15,8	62,9	44,68	0,710
5			40,0	39,6	39,7	15,7	62,8	45,88	0,731
7			39,9	39,6	39,9	15,7	62,6	39,27	0,627
Mittel			39,9	—	—	15,8	—	—	0,6[illegible]
2		Prisma	119,6	40,0	40,0	16,0	191,3	121,5	0,635
4			119,7	39,9	39,8	15,9	190,1	135,58	[illegible]
6			119,7	39,6	39,7	15,7	187,9	137,18	[illegible]
8			119,8	39,6	39,9	15,7	187,9	117,43	[illegible]
Mittel			119,7	—	—	15,8	—	—	0,6[illegible]

Mittleres Verhältniß für Würfel zu Prisma. Die Werthe für die Würfel = 100 gesetzt.	
	Kiefer
	Buche
	Eiche

zwar sowohl bei den Würfeln als auch bei den Prismen bei weitem am häufigsten [illegible] Abschieben auf einer zur Druckrichtung geneigten Fläche (s. Fig. 10 [illegible]).

Andere Brüche als die beiden genannten, mit schiefem Abschieben und mit [illegible] kamen nicht vor. Ferner zeigte sich, daß das Abschieben, auch bei der [illegible] Druckstellen, bei allen Proben ohne Ausnahme in der Richtung [illegible] den Jahrringen erfolgte.

Da es nicht ausgeschlossen erschien, daß die Jahrringe sämmtlicher [illegible] Richtung in dem Druckapparat gehabt hatten und die Richtung des [illegible] [illegible] so ließ ich eine größere Anzahl [illegible] [illegible] zerdrücken, wobei die [illegible] [illegible] waren. [illegible] [illegible] zu den [illegible]

festigkeiten der Würfel und Prismen aus demselben Stück. Reihe I.
Stück unmittelbar über einander entnommen.

gemessen auf	Höhenverminderung in $\%_0 \cdot 10^{-4}$ auf 3 cm Länge nach 5 Minuten langer Beanspruchung mit den folgenden Druckbelastungen in kg/qcm									Bruchlast		Bemerkungen
	63	125	188	250	313	375	438	500	563	Gesammt kg	kg/qcm	
Wölbfläche	507	987	1460	1900	2330	2843	—	—	—	7880	461	[1]) Vom Mittel ausgeschlossen, da die Werthe für Würfel 7 fehlen. [2]) Als Mittel sind nur die Werthe für Würfel 7 und Prisma 8 in Rechnung gezogen, da die Höhenverminderung nur bei diesen beiden Proben auf den gleichartigen Flächen gemessen worden sind.
„	660	1203	1653	2067	2537	—	—	—	—	7560	473	
„	497	1000	1530	2190	(3337)	—	—	—	—	—	—	
f. Probe 7[2])	**497**	**1000**	**1530**	**2190**	—	—	—	—	—	—	**467**	
Spiegel	507	1017	1550	2107	2700	[3527]	—	—	—	7100	444	
„	470	953	1433	1910	2397	[3057]	—	—	—	7360	461	
Wölbfläche	603	1190	1820	2457	[3390]	—	—	—	—	5820	364[1])	
f. Probe 8[2])	**603**	**1190**	**1820**	**2457**	—	—	—	—	—	—	**453**	
Spiegel	120	430	770	1120	160	2097	[2863]	[4107]	[8700]	9860	620	[1]) Siehe Bemerkung zu Kiefer. [2]) Vom Mittel ausgeschlossen, da die Werthe für Prisma 5 fehlen.
Wölbfläche	117	273	463	670	940	1233	[1590]	[2080]	[3003]	11080	692[2])	
Spiegel	190	460	760	1067	1397	1730	2183	[2677]	[3560]	10740	675	
f. Probe 8[1])	**117**	**273**	**468**	**670**	**940**	**1233**	[1590]	[2080]	[3003]	—	**648**	
Wölbfläche	384	757	1137	1543	1963	2497	—	—	—	10290	643	
„	347	710	1077	1477	1873	2300	—	—	—	—	—	
„	300	607	923	1240	1563	1910	2300	[2783]	[3470]	10950	684	
f. Probe 5[2])	**347**	**710**	**1077**	**1420**	**1800**	**2236**	—	—	—	—	**664**	
Wölbfläche	637	1133	1633	2167	2867	[3983]	[9657]	—	—	7200	453[2])	[1]) Die Proben 7 und 8 sind vom Mittel ausgeschlossen, da die Höhenverminderung bei ihnen auf verschiedenartigen Flächen gemessen ist. [2]) Vom Mittel ausgeschlossen, da die Werthe für Prisma 2 fehlen.
Spiegel	270	563	923	1297	1760	2350	[3580]	[7000]	—	8780	556	
Wölbfläche	463	860	1250	1640	2043	2563	3487	[6100]	—	8840	563	
Spiegel	437	953	1433	2000	2820	[4573]	[10300]	—	—	7400	471	
ohne 7[1])	**457**	**852**	**1269**	**1701**	**2223**	**2965**	**5575**	—	—	—	**530**	
Wölbfläche	627	1220	1837	2460	3197	4447	—	—	—	—	—	
Spiegel	470	960	1457	1963	2500	3193	[4443]	—	—	8570	539	
Wölbfläche	503	963	1423	1867	2367	2973	[4023]	[7557]	—	8940	569	
„	657	1300	1973	2717	4003	[6666]	[12333]	—	—	7020	447	
ohne 8[1])	**533**	**1048**	**1572**	**2020**	**2688**	**3588**	—	—	—	—	**518**	
—	121	119	119	112	—	—	—			—	97	
—	294	260	232	212	192	181	—			—	102	
—	117	123	124	123	121	119	—			—	98	

Wie sehr die Richtung der Jahrringe die Neigungsrichtung der Schubfläche beeinflußt, zeigt sich besonders an dem Buchenprisma Fig. 10 d. Während die meisten Proben so entnommen waren, daß zwei Seitenflächen nahezu tangential zu den Jahrringen standen, verliefen die Schnittflächen der Jahrringe bei diesem Prisma nahezu diagonal in der Druckfläche (s. Linie a b Fig. 11). Die Spurlinie c d (Fig. 11) der Schubfläche liegt daher auch nicht wie bei den übrigen Proben parallel zu der Kante e f, sondern entsprechend der zu a b tangentialen Schubrichtung bei d höher als bei c.

Wie schon oben gesagt ist, hängt die Entstehung der Druckpyramiden von den Festigkeiten des Materials in den verschiedenen Richtungen ab. Besonders kommt hierbei die Schubfestigkeit in Frage. Da nun bei den vorliegenden Proben stets Abschieben tangential zu den Jahrringen eintrat, so ist aus dieser Beobachtung zu folgern, daß die Scheerfestigkeit des Holzes senkrecht zu den Jahrringen bei Beanspruchung von den Wölbflächen aus größer ist als bei Beanspruchung von den Spiegelflächen aus.

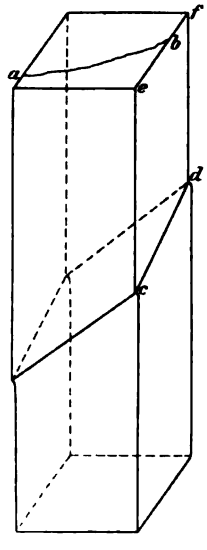


Fig. 11.

[illegible] ...derung mit Höhe...

[illegible]	[illegible]
0,5??	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
0,71?	[illegible]
0,60	[illegible]
0,595	[illegible]
104	[illegible]
106	[illegible]
99	[illegible]

[illegible] ... Prüfungsverfahren
[illegible] ... einzelnen Druck
[illegible] ... wie bei anderen
[illegible] ... äußert sich dann
[illegible] ... gleiche Spannungen
[illegible] ... sich in der Höhen
[illegible] ... zur halben Länge
[illegible] ... große Meßlängen
[illegible] ... während mit hin
[illegible] ... erhalten werden können
[illegible] ... der Säge beschnitten sind, liefern
[illegible] ... und höhere Druckfestigkeiten
als Proben mit behobelten Druckflächen.

4. Die Messungen der Höhenverminderungen auf den Spiegel- und Wölbflächen führen zu abweichenden Ergebnissen. An Würfeln liefern Messungen auf den Spiegelflächen bei Parallelversuchen besser übereinstimmende und größere Höhenverminderungen als Messungen auf den Wölbflächen. An den Prismen sind im allgemeinen die größeren Werthe für die Höhenverminderung auf den Spiegelflächen gefunden.
5. Prismen mit quadratischem Querschnitt, deren Länge gleich der dreifachen Querschnittskante ist, lieferten mit Würfeln gleicher Druckfläche hinreichend übereinstimmende Druckfestigkeit.

In Berücksichtigung dieser Ergebnisse und des Umstandes, daß der Würfel die allgemeine Form der Druckprobe ist, erscheint es zweckmäßig, Druckversuche mit Holz nach nachstehendem Verfahren auszuführen:

1. Die Druckfestigkeit ist im allgemeinen an Würfeln zu ermitteln.
2. Druckversuche mit Elastizitätsbestimmungen sind an Prismen mit quadratischem Querschnitt auszuführen, deren Länge gleich der dreifachen Querschnittskante ist. Hierbei sind:
   a) die Prismen so zu entnehmen, daß zwei Seitenflächen möglichst tangential zu den Jahrringen stehen, s. g. Wölbflächen bilden;
   b) die Messungen der Höhenverminderungen sind für die Wölbflächen und Spiegelflächen getrennt vorzunehmen und zwar thunlichst gleichzeitig an demselben Stück oder durch Parallelversuche;
   c) die Meßlängen annähernd gleich der Querschnittskante ($^1/_3$ der Prismenlänge) zu wählen und symmetrisch zur halben Länge des Prismas zu legen.
3. Die Druckflächen sind entweder mit dem Hobel zu bearbeiten oder sorgfältig mit der Säge zu beschneiden.
4. Die Belastungsgeschwindigkeit ist sowohl beim Druckversuch als auch beim Biegeversuch so zu wählen, daß die Belastung in der Minute um 20 kg/qcm zunimmt.

6. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Vorsteher der Abtheilung W. Herzberg.

Chlor- und säurefrei.

Von den Papieren, welche zum Umhüllen von Metallen Verwendung finden, also zum Verpacken von Nähnadeln, Messern, Blattmetallen u. s. w., verlangt der Verbraucher mit Recht, daß sie frei von Stoffen sind, die das in Frage kommende Metall angreifen. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend wird bei der Bestellung derartiger Papiere dem Fabrikanten gewöhnlich vorgeschrieben, das Papier „chlor- und säurefrei" zu liefern. Mit dieser Bestimmung im Vertrag glaubt der Bezieher alles gethan zu haben, um seine Metallwaaren gegen schädliche Einflüsse durch das Papier geschützt zu wissen. Es herrscht eben weit verbreitet die Ansicht, daß Papier, welches frei von Chlor und Säure ist, sich ohne Weiteres zum Einschlagen jedweder Metallwaaren eignet. Obwohl schon wiederholt, so insbesondere von Dr. Stockmeier in Nürnberg, der auf diesem Gebiet besonders erfahren ist, auf das Irrthümliche dieser Auf-

fassung hingewiesen worden ist, taucht sie immer wieder auf. Anträge, Papiere auf „Chlor- und Säurefreiheit“ oder auf „Abwesenheit von freiem Chlor und freier Säure“ zu prüfen, ferner Beschwerden über Korrosion von Metallen durch „chlor- und säurehaltige Papiere“ lehren auch in der Versuchsanstalt immer wieder.

Die Anstalt räth bei Stellung derartiger Anträge den Antragstellern gewöhnlich, von der Ausführung einer chemischen Analyse, weil sie für diese Frage meist im Stich läßt, Abstand zu nehmen und praktische Versuche unter geeigneten Bedingungen ausführen zu lassen; der Rath fällt nicht immer auf fruchtbaren Boden; zu fest scheint die Annahme gewurzelt, daß es bei der Beurtheilung eines Papiers zu dem eingangs erwähnten Zweck lediglich darauf ankommt, ob es „chlor- und säurefrei“ ist. Gemeint ist hiermit natürlich freies Chlor und freie Säure, denn Chlor und Säure in gebundenem Zustand sind wohl in jedem Papier vorhanden, das als Einschlagpapier für Metalle in den Handel kommt.

Der Lieferant eines Papiers, das zum Umhüllen von Metallwaaren bestimmt ist, kann die Bedingung „chlor- und säurefrei“ leicht eingehen[1]), denn selbst wenn ein Papier unmittelbar nach der Herstellung Spuren von freiem Chlor und freier Säure enthalten sollte, nach kurzer Zeit werden beide in gebundenen Zustand übergeführt sein; daher wird die Prüfung auf freies Chlor und freie Säure wohl meist zu einem negativen Ergebniß führen. Auf dieses Ergebniß fußt dann der Verbraucher, hält das Papier für geeignet und ist erstaunt, wenn es dennoch Metallgegenstände angreift. Derartige Fälle sind der Versuchsanstalt häufig unterbreitet worden.

Es erscheint daher angebracht, wieder einmal darauf hinzuweisen, daß die Ursache der Einwirkung auf Metalle ganz verschiedenartig sein kann und daß die Gewährleistung für die Güte des Papiers von einem anderen Gesichtspunkt aus gefordert und gegeben werden sollte, als es jetzt meist geschieht.

Wird Blattsilber von dem zum Verpacken benutzten Papier angegriffen, so werden meist Schwefel oder Schwefelverbindungen die Ursache sein; dasselbe Papier zum Umhüllen blanker Stahlwaaren benutzt, könnte sich bewähren, weil eine Einwirkung von Schwefel oder Sulfiden auf Stahl weniger leicht vorkommen dürfte. Enthält ein Papier gleichzeitig Chloride und Alaun, so sind, worauf Dr. Wurster schon 1888 in der Papierzeitung hingewiesen hat, unter gewissen Umständen die Bedingungen für die Bildung von Salzsäure gegeben; in einem solchen Papier würden Stahlwaaren Rost ansetzen und Dr. Stockmeier hat einzelne solcher Fälle in der Papierzeitung 1893 S. 2584 bekannt gegeben und durch Analysenergebnisse belegt. Beim Verpacken von Blattsilber in solchem Papier hätte man schädliche Einflüsse viel weniger zu befürchten.

Man wird also gut thun, dem Fabrikanten bei Bestellung von Papieren zum Umhüllen von Metallen stets anzugeben, um welche Metalle es sich handelt; er kann dann bei der Herstellung auf diejenigen Verbindungen besonders Rücksicht nehmen, die dem Metall schädlich werden können. Die Verbraucher solcher Papiere sollten sich aber die Frage vorlegen, ob die Papiersorten, die man in Folge jahrelanger Gewohnheit zum Verpacken von Metallen verwendet, für diesen Zweck auch besonders geeignet sind. So kommen Stahlnadeln fast ausschließlich in dem bekannten schwarzen Nadelpapier verpackt zum Verkauf; der Käufer ist an diese Verpackung gewöhnt, der Verkäufer ist daher bestrebt, sie beizubehalten, hält sie auch wohl für besonders

[1]) Namentlich wenn, wie dies sehr oft der Fall, die Papiere ausschließlich aus ungebleichtem Natronzellstoff hergestellt wurden.

geeignet. Dies scheint aber nicht der Fall zu sein. Bei einer Reihe von Vergleichsversuchen über das Verhalten blank polirter Stahlwaaren in gewöhnlichem schwarzen Nadelpapier einerseits und gewöhnlichem Schreib- und Filtrirpapier andererseits zeigte sich in den meisten Fällen, daß das Nadelpapier zum Verpacken am wenigsten geeignet war. Die bisher ausgeführten Versuche sind allerdings zu einem abschließenden Urtheil nicht ausreichend; da sich die Erfahrungen aber stets in der gleichen Richtung bewegten, so läge es wohl im Interesse der Erzeuger und Verbraucher derartiger Papiere, wenn die Frage auf breiter Grundlage gründlich studirt würde. Wie schon vorhin erwähnt, gehören Alaun und Chloride zu denjenigen Stoffen, die unter Umständen Stahlwaaren angreifen können; man sollte also bei der Herstellung von Nadelpapier hinsichtlich der Verwendung von Alaun sehr vorsichtig sein und nur ungebleichte Stoffe verarbeiten; auch das Färben sollte unterbleiben, wenigstens die jetzt übliche Färbung mit Blauholz, bei der die Fasern gebeizt werden. Von der Beize bleibt ein Theil im Stoff zurück, der unter geeigneten äußeren Bedingungen schädlich wirken kann.

Gegenständen aus Silber, leonischen Fabrikaten u. s. w. sind, wie schon erwähnt, Papiere, die Schwefel oder Schwefelverbindungen enthalten, besonders gefährlich; bei der Auswahl der Rohstoffe für die Erzeugung der Papiere sollte man hierauf gebührend Rücksicht nehmen. Schwefelhaltige Farbstoffe wie z. B. Ultramarin sollte man natürlich ganz ausschließen.

Die reine Faser greift Metalle nicht an; man sollte also dahin streben, Einschlagpapiere für Metalle lediglich aus reinem Fasermaterial herzustellen und alle sonstigen Zusätze nach Möglichkeit vermeiden oder doch so weit es angeht beschränken.

Garnprüfungen.

In Heft IV der „Mittheilungen" 1892 Seite 145 wurden die Ergebnisse einer Reihe von Garnprüfungen mitgetheilt; die Garne waren aus Segeltuch entnommen, wie es beim Militär zur Herstellung von Schnürschuhen Verwendung findet, waren aus gutem, langfaserigen Flachs hergestellt und zeigten Bruchlasten von 5,7—6,2 kg und Reißlängen von 16000 bis 22750 m bei einem Fadengewicht von 261—372 g auf 1000 m.

Probe	Bruchlast kg	Reißlänge m	Dehnung %	Gewicht von 1000 m Garn bei 100 C° getrocknet g	Feuchtigkeitsgehalt %
1	24,72	40 600	4,3	609	6,3
2	24,83	40 100	4,3	619	4,1
3	21,16	39 300	4,0	538	4,8
4	21,81	39 250	4,5	555	5,0
5	20,90	38 100	4,0	549	5,6
6	26,48	38 100	3,7	695	6,4
7	23,80	36 650	3,5	649	5,0
8	22,55	36 400	4,2	619	6,3
9	23,73	36 350	4,5	652	6,1
10	21,37	35 900	4,5	595	4,9
11	22,84	35 550	3,8	642	6,6
12	22,40	34 800	4,0	643	5,3
13	19,15	34 500	4,1	555	5,2
14	17,60	33 600	4,0	523	5,4
15	20,79	33 200	3,6	626	5,2
16	20,48	29 250	3,5	700	5,8

[redacted]

Die Abweichungen sind also geringfügiger Natur; in 73 von 77 Fällen betragen sie weniger als 0,5 %.

Beanstandungen.

Eine von einer Behörde als „Rechnungspapier" zur Prüfung eingereichte Probe ohne Wasserzeichen, für welche die Bedingungen der Klasse 3a vorgeschrieben waren, verstieß fast in allen Punkten gegen die vereinbarten Bedingungen.

Mittlere Reißlänge 3675 m statt mindestens 4000 m
„ Dehnung 2,4 % „ „ 3,0 %
Widerstand gegen Zerknittern ziemlich groß statt groß
Aschengehalt 9,0 „ höchstens 5 %
Stoffmischung: Etwa 85 % Holzzellstoff, 15 % Baumwolle
(statt höchstens 25 % Zellstoff).

Eine Handlungsfirma beanstandete 10 Monate nach erfolgter Lieferung ein Schreibpapier ohne Wasserzeichen, für das die Bedingungen der Klasse 3a vorgeschrieben waren; die Firma war auf Grund eigener Untersuchungen der Ansicht, daß das Papier weniger als 50 % Hadern enthalte; der Fabrikant hingegen behauptete, daß es aus

45 % Leinen
26 „ Baumwolle
23 „ Holzzellstoff
6 „ Strohzellstoff

hergestellt worden sei.

Die Prüfung des Papiers ergab annähernd:

35 % Leinen
35 „ Baumwolle
25 „ Holzzellstoff
5 „ Strohzellstoff.

Das Ergebniß deckte sich also mit den Angaben des Fabrikanten, soweit das Verhältniß von Lumpen (70 %) zu den Zellstoffen (30 %) in Frage kommt. Der Unterschied in dem Gehalt an Leinen dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß das verwendete Leinen-Material Baumwolle enthielt.

Japanpapier.

Unter dieser Bezeichnung wurde der Versuchsanstalt ein weiches, lappiges Material eingereicht, das, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, aus roher Baumwolle hergestellt und mit einer öligen, vielleicht auch gummihaltigen Substanz schwach imprägnirt war; vermuthlich war die Herstellung der Probe nicht auf der Papiermaschine erfolgt, sondern durch Imprägniren und Pressen einer Schicht roher Baumwolle.

Besonders auffallend waren die bei der Festigkeitsprüfung ermittelten hohen Dehnungswerthe. Bei einer mittleren Reißlänge von 4500 m ergab sich eine mittlere Dehnung von 41,0 %. Die Dehnungswerthe schwankten in einer Richtung von 16,8—18,6 %, in der anderen von 55,5—69,3 %.

Wasserzeichenpapiere, die im Widerstand gegen Zerknittern nicht genügten.

Die nachstehende Gegenüberstellung, aus Anlaß der Durcharbeitung der Papiernormalien aus den statistischen Berichten der Versuchsanstalt über die Normalpapiere ausgezogen, giebt Aufschluß über die seit Einführung der Wasserzeichenpapiere (1. Januar 1893) erfolgten Beanstandungen wegen ungenügenden Widerstandes gegen Zerknittern. Die Tabelle zeigt einmal die Anzahl der Beanstandungen, welche ausschließlich wegen zu geringen Widerstandes gegen Zerknittern erfolgte, ferner die Fälle, in denen gleichzeitig noch andere Verstöße vorlagen.

Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Beanstandet wegen zu geringen Widerstandes (theilweise bei gleichzeitigen anderweitigen Verstößen) %	Zu niedrig um Stufen	Verwendungsklasse 1	2a	2b	3a	3b	4a	4b	Summe	Ausschließlich wegen zu geringen Widerstandes beanstandet %
1893			1	—	1	1	6	9	15	5	37	
			2	—	—	—	2	—	4	3	9	
	497	9,9	3	—	—	—	3	—	—	—	3	5,4
1894			1	—	1	—	6	—	4	1	12	
	458	3,1	2	—	—	—	1	—	—	1	2	0,7
1895			1	—	—	—	5	7	10	7	29	
			2	—	—	—	3	4	6	2	15	
	487	10,5	3	—	—	—	1	—	1	—	2	6,9
1896			1	—	—	—	15	28	9	18	70	
			2	—	—	—	2	5	9	1	17	
			3	—	—	—	—	2	—	1	3	
	768	12,8	4	—	—	—	3	—	—	1	4	8,3
1897			1	—	2	2	24	9	19	23	79	
			2	—	—	—	7	6	1	3	17	
			3	—	—	—	—	1	1	2	4	
	687	14,8	4	—	—	—	1	—	—	—	1	9,8
1898			1	—	1	4	25	27	25	15	97	
			2	—	—	—	5	5	1	1	12	
	622	17,8	3	—	—	—	—	1	1	—	2	13,8
1899			1	—	5	12	44	34	25	19	139	
			2	—	—	3	11	5	2	1	22	
			3	—	—	—	1	—	—	—	1	
	806	20,2	4	—	—	—	1	—	—	—	1	17,6
1900			1	—	1	4	52	32	14	22	125	
			2	—	2	2	6	4	3	1	18	
	853	17,0	3	—	—	1	—	—	1	—	2	14,7
Summe	5123	—	—	—	13	29	224	179	151	127	723	—
Ueberhaupt geprüft	—	—	—	63	527	330	1528	1098	800	777	—	—
Im Widerstand genügten nicht %	—	—	—	0	2,5	8,8	14,7	16,3	18,9	16,3	14,2	—

Das Jahr 1894 ist somit das günstigste, das Jahr 1899 das ungünstigste gewesen. Die meisten Beanstandungen mußten bei der Klasse 4a ausgesprochen werden, gleich viel bei den Klassen 3b und 4b; dann folgen der Reihe nach die Klassen 3a, 2b und 2a. Von den Papieren der Klasse 1 wurde keines beanstandet.

Nach Drucklegung der vorstehenden Mittheilung wurden noch die Ergebnisse der Prüfungen im Jahre 1901 zusammengestellt. Der Vollständigkeit wegen mögen sie hier kurz mitgetheilt werden.

Geprüft wurden 684 Papiere, beanstandet wegen zu geringen Widerstandes (theilweise bei gleichzeitigen anderweitigen Verstößen) 7,5 %, ausschließlich wegen zu geringen Widerstandes 4,7 %.

Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern.

Wiederholt ist schon darauf hingewiesen worden, daß bei Papieren die Werthe für Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern nicht immer parallel verlaufen und daß dieser Umstand die Veranlassung zur Einführung des Knitterversuches gewesen ist. Die kürzlich ausgeführte Prüfung zweier aus derselben Fabrik stammenden Papiere (3 a und 3 b) lieferte für Reißlänge und Dehnung nahezu gleiche Werthe, im Widerstand gegen Zerknittern einen deutlich hervortretenden Unterschied.

	Reißlänge	Dehnung	Widerstand gegen Zerknittern
Normal 3 a	4050 m	3,3 %	groß
„ 3 b	4025 „	3,1 „	ziemlich groß.

Mit dem Schopperschen Falzer zeigte sich ebenfalls der durch die Handknitterung zum Ausdruck gebrachte Unterschied.

Normal 3 a hielt 213 Doppelfalzungen aus
„ 3 b „ 105 „ „

---

7. Bekanntmachung.

Auf Grund des § 3 der in Nr. 284 des Deutschen Reichs- und Königlich Preußischen Staats-Anzeigers vom 2. Dezember 1891 veröffentlichten, am 1. Januar 1893 in Kraft getretenen Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken haben ferner die folgenden Fabriken ihr Wasserzeichen bei der unterzeichneten Anstalt angemeldet.

Lfd. No.	Firma	Wortlaut des Wasserzeichens
88	Simonius'sche Cellulosefabriken Actien-Gesellschaft Papierfabrik Fockendorf in Fockendorf S.-A.	Fockendorf Simonius . . . . Normal . . . .
89	Felix Heinr. Schoeller in Düren.	Papierfabrik Walzmühle bei Düren Normal . . . . .

Charlottenburg, den 5. April 1902.

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.
gez. A. Martens.

Berichtigung:

In Heft 2 (1901) muß es auf Seite 73 und 77 bei Mörtelmischung V statt „1 Raumtheil Kalkteig" heißen „2 Raumtheile Kalkteig" . . . .

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

INDEXED

3501 28

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunzehnter Jahrgang: 1901.

Erstes Heft.

Mit 1 Tafel.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1901.

VA

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Pariser Gips. Reisebericht, erstattet von M. Gary, Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung 1
2. Die Prüfung von Traß. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary 8
3. Druckfestigkeit von Beton. Von H. Burchartz. Ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung 33
4. Qualitativer Nachweis von Mineralöl in Harzöl. Von Dr. D. Holde, Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung 39

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Handbuch der Metallhüttenkunde.

Von

Dr. Carl Schnabel,

Königl. Preuss. Oberbergrath und Professor.

Erster Band: Kupfer — Blei — Silber — Gold.

Zweite Auflage.

Mit 715 Abbildungen im Text.

Preis M. 28.—; in Leinwand gebunden M. 30,—.

Fortschritte der Theerfarbenfabrikation

und verwandter Industriezweige.

An der Hand der systematisch geordneten und mit kritischen Anmerkungen versehenen Deutschen Reichs-Patente

dargestellt von

Dr. P. Friedlaender,

Vorstand der chemischen Abtheilung des K. K. technologischen Gewerbemuseums in Wien.

Theil V: 1897—1900. Preis M. 40,—.

Früher erschien:

Theil I:	*1877—1887.*	*Preis M. 24,—;*	*Theil III:*	*1891—1894.*	*Preis M. 40,—;*
Theil II:	*1887—1890.*	*Preis M. 24,—;*	*Theil IV:*	*1894—1897.*	*Preis M. 50,—.*

Chemie der organischen Farbstoffe.

Von

Dr. Rudolf Nietzki,

o. Professor an der Universität zu Basel.

Vierte vermehrte Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 8.—.

Praxis und Theorie

der

Leder-Erzeugung.

Ein Leitfaden

für Lohe-, Weiss-, Sämisch- und Glaçé-Gerber

von

Josef Jettmar,

Ing. Chemiker, Fabrikdirektor u. korresp. Sekretär des „Internat. Vereines der Lederindustrie-Chemiker" für Oesterreich-Ungarn.

Mit 51 in den Text gedruckten Figuren.

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

[illegible]

[illegible] Dampfmaschine.

[illegible]

Hilfsbuch für den Apparatebau.

Von

E. Hausbrand,

Oberingenieur der Firma C. Heckmann in Berlin.

Mit 40 Tabellen und 159 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 3,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu eine Beilage von Grimme, Natalis & Co. C.-G. a. A.

INDEXED

Mittheilungen

aus dem

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunzehnter Jahrgang: 1901.

Zweites Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1901.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Prüfung und Eigenschaften von Baukörpern aus Kork. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary 45
2. Versuche mit Bausteinen und Mörtelstoffen für den geplanten Bau des Stauweihers im Schmalwassergrund bei Gotha. Von H. Burchartz, ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung 54
3. Löthversuche mit der sog. Gußeisen-Löth-Pasta „Ferrosix". Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff 85
4. Wasserzeichenpapiere. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg . . . . . 9[illegible]
5. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg. Festes Packpapier . . . . . 10[illegible]

INDEXED

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunzehnter Jahrgang: 1901.

Drittes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1901.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

		Seite
1.	Schulhefte. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg	107
2.	Gemischte Glyceride in natürlichen Fetten. Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung, Dr. D. Holde, und Dr. M. Stange	110
3.	Die Natur der festen Säuren des Olivenöls. Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung, Dr. D. Holde	115
4.	Hart-Post. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg	117
5.	Prüfung von Drainrohren. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary	120
6.	Anfertigung von Beton-Probekörpern auf dem Bauplatze. Von demselben	124
7.	Die Vorschläge für die Prüfung natürlicher und künstlicher Bausteine in Frankreich. Von demselben	127
8.	Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1900	140

1902

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunzehnter Jahrgang: 1901.

Viertes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1901.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bericht über die beim Arbeiten mit drei Schopperschen Falzern gesammelten Erfahrungen. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg 161
2. Beschreibung eines neuen Schopperschen Festigkeitsprüfers für Woll-, Baumwollhaare, Faserbündel u. s. w. Vom ständigen Mitarbeiter der Abtheilung für Papierprüfung, G. Dalén 183
3. Vorträge, gehalten in der III. Wanderversammlung des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zu Budapest 1901 vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.
   - I. Der gegenwärtige Stand der Cementprüfung in Deutschland 189
   - II. Versuche mit dem Sandstrahl-Gebläse 211
   - III. Zerreißapparat für Mörtelproben 214
4. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg. Behördenlieferungen 216

INDEXED

350928

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Neunzehnter Jahrgang: 1901.

Fünftes und sechstes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1901.

Seit 1888 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bekanntmachung 217, 303
2. Dauerversuche mit nahtlosen Stahlflaschen zur Aufbewahrung von Kohlensäure. Vom Direktor Geh. Reg.-Rath Professor A. Martens 217
3. Abscheidung von Cholesterin und Phytosterin aus Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl. 2. Mittheilung. Von Dr. J. Marcusson, Assistenten der Abtheilung für Oelprüfung 259
4. Normalpapiere. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg 269
5. Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Verfahren zur Prüfung von Holz Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff 270
6. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Vorsteher der Abtheilung, W. Herzberg:
   - Chlor- und säurefrei 297
   - Garnprüfungen 299
   - Papiere mit ungenügender Dehnung 300
   - Beanstandungen 301
   - Japanpapier 301
   - Wasserzeichenpapiere, die im Widerstand gegen Zerknittern nicht genügten 302
   - Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern 303

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Elasticität und Festigkeit.

Die für die Technik wichtigsten Sätze und deren erfahrungsmässige Grundlage.

Von

C. Bach,

K. Württ. Baudirektor, Professor des Maschinen-Ingenieurwesens a. d. K. Techn. Hochschule Stuttgart.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen und 18 Tafeln in Lichtdruck.

Vierte, vermehrte Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 18.—.

Die Arbeitsweise der Wechselstrommaschinen.

Für Physiker, Maschineningenieure und Studenten der Elektrotechnik.

Von

Fritz Emde.

Mit 82 in den Text gedruckten Figuren.

Preis M. 2,40. In Leinwand gebunden Preis M. 3,—.

Handbuch der Metallhüttenkunde.

Von

Dr. Carl Schnabel,

Königl. Preuss. Oberbergrath und Professor.

Erster Band.

Kupfer — Blei — Silber — Gold.

Zweite Auflage.

Mit 715 Abbildungen im Text.

Preis M. 28.—; in Leinwand gebunden M. 30,—.

Zweiter Band.

Zink — Cadmium — Quecksilber — Wismuth — Zinn — Antimon — Arsen — Nickel — Kobalt — Platin — Aluminium.

Mit 362 Abbildungen im Text.

Preis M. 18,—; in Leinwand gebunden M. 19,60.

Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen.

Von

Dr. Wilhelm Vaubel,

Privatdocent an der techn. Hochschule zu Darmstadt.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen.

Zwei Bände.

Preis: Geh. M. 24,—; in Leinwand gebunden M. 26.40.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

ISSN 2191-